



**HAL**  
open science

# La place de l'émotion dans le raisonnement : Le doute comme déclencheur de la réflexion

Cédric Cortial

## ► To cite this version:

Cédric Cortial. La place de l'émotion dans le raisonnement : Le doute comme déclencheur de la réflexion. Psychologie. Paris 8, 2025. Français. ⟨NNT : ⟩. ⟨tel-05521180⟩

**HAL Id: tel-05521180**

**<https://hal.science/tel-05521180v1>**

Submitted on 26 Mar 2026

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

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



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

**La place de l'émotion dans le raisonnement : Le doute comme déclen-  
cheur de la réflexion**

Cédric Cortial

Soutenue le 14 Novembre 2025

sous la direction de Serge CAPAROS  
et de Jérôme PRADO

**Discipline**

Psychologie

**École doctorale**

Cognition, Langage, Interaction - ED 224

**Laboratoire**

Fonctionnement et Dysfonctionnement Co-  
gnitifs : les âges de la vie - DysCo

**Composition du jury**

Isabelle BLANCHETTE      Rapporteuse  
*Université Laval - Centre de recherche CERVO*

Wim DE NEYS      Rapporteur  
*Université de Paris – LaPsyDE - CNRS 8240*

Patrick LEMAIRE      Examineur  
*Aix Marseille Université - LPC*

Laetitia SILVERT      Examinatrice  
*Université Clermont-Auvergne - LAPSCO*

Serge CAPAROS      Co-directeur de thèse  
*Université Paris 8 – Laboratoire DysCo*

Jérôme PRADO      Co-directeur de thèse  
*Université Lyon 1 - INSERM U1028 - CNRS UMR5292*

**Titre :**

La place de l'émotion dans le raisonnement : Le doute comme déclencheur de la réflexion

**Résumé :**

On a longtemps supposé que la pensée humaine impliquait deux processus cognitifs distincts, également appelés intuition et délibération. Alors que la délibération demande des efforts et est coûteuse sur le plan cognitif, l'intuition est automatique. Une question centrale pour les théories du raisonnement est d'expliquer le déclencheur de la délibération. Les théories actuelles expliquent le déclencheur des processus délibératifs, mais ont des difficultés à intégrer les résultats empiriques et théoriques reliant l'émotion à la cognition. Nous proposons dans cette thèse d'examiner la question de la délibération à la lumière des émotions. Inspirés par les philosophes du pragmatisme, nous postulons l'existence d'une émotion à valence négative appelée doute, qui est associée à la rencontre d'une situation qui ne peut être traitée automatiquement ou intuitivement. Ces situations peuvent générer des degrés variables de doute que les raisonneurs tentent d'éliminer en recourant à la délibération. Nous pensons que cet ajout aux modèles de raisonnement aide à expliquer les conclusions actuelles concernant le déclenchement du raisonnement délibératif, notre motivation à recourir à la délibération, ainsi que la tendance à préférer l'intuition.

**Mots clés :**

Double processus ; Emotion ; Doute ; Pragmatisme ; Raisonnement

**Title :**

The role of emotion in reasoning: Doubt as a trigger for reflection.

**Abstract :**

It has long been assumed that human thought involves two distinct cognitive processes, also known as intuition and deliberation. While deliberation requires effort and is cognitively costly, intuition is automatic. A central question for theories of reasoning is to explain the trigger for deliberation. Current theories explain the trigger for deliberative processes, but have difficulty integrating empirical and theoretical findings linking emotion to cognition. In this thesis, we propose to examine the question of deliberation in light of emotions. Inspired by pragmatist philosophers, we postulate the existence of a negative emotion called doubt, which is associated with encountering a situation that cannot be handled automatically or intuitively. These situations can generate varying degrees of doubt that reasoners attempt to eliminate through deliberation. We believe that this addition to reasoning models helps explain current findings regarding the triggering of deliberative reasoning, our motivation to resort to deliberation, and the tendency to prefer intuition.

**Keywords :**

Dual process ; Emotion : Doubt ; Pragmatism ; Reasoning

## Remerciements

Si je remonte au tout début, cette thèse doit beaucoup au travail de Hugo Mercier, qui m'a ouvert les yeux sur la possibilité de faire une thèse théorique. Ce que cette thèse n'est pas. Mais sans cette perspective clairement envisageable, je n'aurais probablement jamais tenté l'aventure.

Elle doit également énormément à l'apport initial de Jean-Baptiste Van der Henst, premier chercheur que j'ai contacté et qui m'a orienté vers plusieurs noms susceptibles d'être intéressés par mon profil et mon projet. Parmi eux, Ira Noveck, Sacha Bourgeois-Gironde, et enfin Jérôme Prado, ont été les premiers à soutenir cette idée un peu folle : faire une thèse en psychologie en partant d'une formation en philosophie.

Un remerciement particulier va à Jérôme Prado, qui a non seulement accepté le premier de diriger cette thèse malgré mon parcours atypique, mais qui m'a aussi permis de rencontrer Serge Caparos. Tous deux ont assuré la codirection de ce travail avec rigueur, exigence et une profonde considération intellectuelle, que je tiens ici à saluer et à remercier.

Un remerciement aussi doit aller à Serge Caparos, pour son enthousiasme à l'égard de mes idées et la richesse de nos échanges. L'anxiété sociale que je suis allé découvrir à New York, une salle de réception bondée au Marriott remplie de chercheurs prêts à discuter de nos travaux — dans une langue qui n'était pas la mienne —, des repas partagés, des verres levés, la chance de rencontrer des chercheurs et chercheuses de premier plan, comme Wim de Neys et Isabelle Blanchette. Je me sens infiniment chanceux d'avoir pu vivre de telles expériences, qui n'auraient jamais été possibles sans Serge.

Je remercie aussi le LAPSCO, où j'ai rencontré non seulement des scientifiques et des collègues, mais aussi des amis, qui ont rendu la réalisation de cette thèse d'autant plus agréable.

Enfin, au tout début de la chaîne, il y a mes parents — qui ne savent peut-être pas encore très bien ce que je fais exactement — mais qui m'ont toujours soutenu dans les chemins que je choisissais d'emprunter. Obtenir un master relevait déjà de l'inespéré, devenir docteur en psychologie, de l'impossible statistique. Je dois presque tout à ma famille, à mes rencontres, et à ma compagne, qui a, elle aussi, accepté de nombreux sacrifices pour que je puisse mener à bien un travail qui comptait bien plus, pour

moi, qu'un simple emploi. Alicia, tu es la personne la plus importante de ma vie. Tu sais tout, tu as toujours été là, je t'aime. Merci pour ton soutien, ta présence, ton amour. Merci infiniment.

Et pour finir ma pinoutte, ma pinette, piouch, pinounette, mon chat, mon cœur, ma fille — arrivée en cours de route — est, sans le savoir encore, d'une aide fondamentale. Par la joie, la paix et la sérénité qu'elle m'a apprises à accueillir, elle m'a offert un équilibre que je ne soupçonnais pas.

## Table des matières

<b>Table des matières.....</b>	<b>6</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>10</b>
<b>L’histoire scientifique d’une vieille question.....</b>	12
<b>Emotion : Les théories de l’évaluation cognitive .....</b>	16
<b>La philosophie pragmatiste.....</b>	18
<b>Les théories à double processus.....</b>	19
<b>L’objectif de cette thèse.....</b>	21
<b>Plan de la thèse.....</b>	22
<b>Chapitre 1 : Le modèle de l’aversion au doute.....</b>	<b>23</b>
<b>Les échecs de l’intuition .....</b>	23
<b>La surveillance des intuitions faibles .....</b>	24
<b>La nature imprécise du système de surveillance.....</b>	27
<b>Métacognition versus émotion : Considérations théoriques .....</b>	28
<b>Défaillance de l’intuition et émotion : Soutien empirique.....</b>	29
<b>Le doute : Une incertitude menaçante .....</b>	32
<b>Phénoménologie comparée du doute.....</b>	34
<i>La surprise .....</i>	35
<i>La confusion .....</i>	36
<i>L’anxiété .....</i>	38
<i>Le cas spécifique de la curiosité.....</i>	40
<i>Synthèse.....</i>	41
<b>La relation doute/délibération.....</b>	41
<i>L’effet de la délibération sur le doute .....</i>	43
<i>Echecs de l’intuition, doute et délibération .....</i>	43
<i>Autres sources du doute.....</i>	46

<b>La nouveauté du MAD</b> .....	48
<b>Hypothèses et Opérationnalisation</b> .....	51
<b>Résumé du Chapitre 1</b> .....	<b>52</b>
<b>Chapitre 2 : Du doute à la délibération</b> .....	<b>53</b>
<b>ETUDE 1</b> .....	59
<b>Méthode</b> .....	59
<i>Pre-enregistrement</i> .....	59
<i>Participants</i> .....	59
<i>Matériel</i> .....	59
<i>Procédure</i> .....	62
<i>Ethique</i> .....	63
<i>Analyse des données</i> .....	63
<b>Résultats</b> .....	64
<i>Analyses pré-enregistrées</i> .....	64
<i>Analyses exploratoires</i> .....	65
<b>Discussion</b> .....	67
<b>ETUDE 2</b> .....	70
<b>Méthode</b> .....	70
<i>Pré-enregistrement</i> .....	70
<i>Participants</i> .....	70
<i>Matériel</i> .....	70
<i>Procédure</i> .....	73
<i>Ethique</i> .....	75
<i>Analyses de données</i> .....	76
<b>Résultats</b> .....	76
<i>Analyses pré-enregistrées</i> .....	76
<i>Analyses exploratoires</i> .....	83
<b>Discussion</b> .....	84
<b>Discussion Générale</b> .....	85

Stratégie d'analyses.....	91
Résumé du Chapitre 2.....	92
<b>Chapitre 3 : Manipuler le doute.....</b>	<b>93</b>
<b>ETUDE 3.....</b>	99
<b>Méthode .....</b>	99
<i>Pré-enregistrement .....</i>	99
<i>Participants .....</i>	99
<i>Matériels.....</i>	99
<i>Procédure .....</i>	101
<i>Analyses.....</i>	103
<i>Ethique .....</i>	103
<b>Results .....</b>	103
<i>Impact du conflit et du froncement sur la logicité des réponses .....</i>	103
<i>Impact du conflit et du froncement des sourcils sur le doute .....</i>	104
<i>Impact du conflit et froncement sur la délibération .....</i>	106
<i>Relation entre les mesures émotionnelles et la délibération .....</i>	107
<b>Résumé du chapitre 3.....</b>	<b>113</b>
<b>Chapitre 4 : Délibération et sensibilité personnelle aux émotions.....</b>	<b>114</b>
<b>Méthode .....</b>	119
<i>Questionnaires .....</i>	121
<i>Procédure .....</i>	122
<b>Ethique .....</b>	123
<b>Analyses des données .....</b>	123
<b>Résultats.....</b>	124
<i>Conflit, doute et délibération (réplication de Cortial et al., 2025b).....</i>	124
<i>Comment les différences individuelles en termes de sensibilité émotionnelle modèrent la relation entre doute et délibération ? .....</i>	127
<b>Discussion .....</b>	131

<b>Résumé du chapitre 4.....</b>	<b>135</b>
<b>Discussion générale .....</b>	<b>136</b>
<b>Raffinement théorique et empirique .....</b>	<b>138</b>
<b>A la croisée des paradigmes .....</b>	<b>139</b>
<b>Du continuum de l'effort cognitif.....</b>	<b>141</b>
<b>Doute et incertitude .....</b>	<b>143</b>
<b>Limites et perspectives.....</b>	<b>145</b>
<b>Remarques générales.....</b>	<b>148</b>
<b>Des nouvelles de l'ornithorynque .....</b>	<b>149</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>151</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>189</b>
<b>Annexe 1 .....</b>	<b>190</b>
<b>Annexe 2 .....</b>	<b>195</b>
<b>Annexe 3 .....</b>	<b>224</b>
<b>Annexe 4.....</b>	<b>260</b>
<b>Annexe 5.....</b>	<b>278</b>

## Liste des principales abréviations

S1 : Système 1

S2 : Système 2

MAD : Modèle de l'Aversion au Doute

FOR : Feeling of Rightness

« Le fait de raisonner n'est pas un cas de combustion spontanée. Il y a quelque chose de spécifique qui le provoque et le cause. »

John Dewey

## Introduction

En 1798, des explorateurs européens ont découvert un animal particulièrement étrange dans l'Australie nouvellement colonisée. Doté d'un bec, de fourrure et de pattes palmées, il nageait, marchait, pondait des œufs et était venimeux. Aujourd'hui, il y a encore pas mal de raisons d'être surpris lorsque nous sommes confrontés à un ornithorynque. Un aspect important de sa découverte est que les scientifiques anglais qui ont reçu les premiers spécimens, aussi surpris qu'on peut l'être, ont cru qu'il s'agissait d'un canular. Ils sont allés jusqu'à façonner des théories leur permettant d'exclure l'existence d'une telle chose.

Pour certains, il était beaucoup plus logique que la créature soit l'œuvre d'un taxidermiste asiatique qui avait cousu le bec d'un canard sur le corps d'un quadrupède. Pour d'autres, il fallait reformer les modèles existants afin qu'ils puissent accueillir l'improbabilité qu'ils avaient pourtant sous les yeux : un mammifère ovipare. Ces derniers ont conclu que l'animal devait appartenir à une nouvelle catégorie qu'ils nommèrent « monotrèmes » (voir Moyal, 2010, pour plus de détails sur l'histoire de l'ornithorynque).

Comme l'illustre cet exemple introductif tiré de l'histoire des sciences, donner sens à un événement inexplicable nécessite souvent la formulation d'une hypothèse, plus ou moins honnête et plus ou moins corsetée par la peur d'abandonner des croyances pourtant bien établies. Que cela soit professionnellement, dans le cadre de l'activité scientifique, ou quotidiennement, dans le cadre de résolutions de problèmes communs, une question demeure : au fond, comment ce processus de raisonnement est-il déclenché ? Qu'est-ce qui dans cette histoire peut être considéré comme le stimulus déclencheur d'une enquête approfondie, coûteuse en énergie cognitive et incertaine qui a permis la découverte d'une nouvelle espèce animale ? En d'autres termes, pourquoi les humains s'engagent-ils dans la réflexion en premier lieu ?

### **L'histoire scientifique d'une vieille question**

La question de savoir pourquoi les humains s'engagent dans la réflexion n'a pas manqué de créer des débats, et cela depuis longtemps. Pour Aristote, « c'est [...] l'étonnement qui poussa [...] les

premiers penseurs aux spéculations philosophiques »<sup>1</sup>. Et étonnés face à l'ornithorynque, les scientifiques l'étaient très probablement. En fait, il semblerait qu'une même idée parcourt toute l'histoire des sciences quand il s'agit d'expliquer la motivation à dépenser de l'énergie cognitive. L'étonnement d'Aristote serait en fait la rencontre de ce que nous nommerons dans la suite de cette thèse, une inconsistance. Ce phénomène désigne l'arrêt de l'interaction automatique entre un individu et son environnement provoqué par une inadéquation entre les deux. Que l'environnement fournisse quelque chose que l'organisme n'avait jamais vu ou que l'organisme prédise ou désire un événement qui n'est pas présent, il y a dans les deux cas une inconsistance. Cette idée parcourt toute la psychologie, du social à l'apprentissage en passant par les neurosciences.

L'étude du déclenchement du raisonnement est présente tôt dans l'histoire de la psychologie sociale avec le travail de Leon Festinger (Festinger, 1957; Festinger et al., 1956). Pour lui, il existe un phénomène psychologique inconfortable déclenché par des situations qui rendent saillante l'existence de relations incompatibles entre plusieurs cognitions. Festinger nomme ce phénomène désagréable : une « dissonance cognitive ». La motivation à sa réduction prend la forme du changement soit de la manière dont l'individu conçoit les choses, soit de la façon dont il perçoit la source du problème, en les altérant ou en invoquant de nouveaux éléments. Dans les deux cas, ces mécanismes nécessitent un travail et des efforts cognitifs. Dans *When Prophecy Fails*, une étude de cas réalisée par l'équipe de Festinger en 1956, une cheffe de secte prédisait le jour et l'heure de la fin du monde. Ces deux-là arrivèrent, mais aucune fin du monde pour les accompagner. Assez logiquement, les membres furent particulièrement étonnés et ressentirent une dissonance cognitive importante. Ne pouvant rester dans cet état, ils établirent des théories permettant de comprendre le phénomène. Une hypothèse convainquit les membres et diminua effectivement la dissonance : les prières et la ferveur des membres avaient empêché la catastrophe. Cette hypothèse avait demandé des jours de réflexion, tergiversations et discussions pour que les membres se fixent sur une théorie qui réduisait la dissonance de manière satisfaisante.

Il est évident que cette étude présente un nombre de biais méthodologique important et que, depuis, le concept de dissonance cognitive a été critiqué et a beaucoup évolué. Pour autant, l'idée que

---

<sup>1</sup> Aristote, *Métaphysique*, Livre alpha

les gens sont poussés à la réflexion quand ils font face à une inconsistance n'a jamais été remise en cause. De nombreuses études ont eu pour objectif de documenter les éléments qui entrent en contradiction lors d'une dissonance et les réactions à cette dernière (Cooper & Carlsmith, 2015; McGrath, 2017; Metin & Camgoz, 2011).

Ainsi, dans la même veine que Festinger, un ensemble important de théories affirment que la dissonance ou l'incongruité entre éléments d'une situation provoque une motivation à sa propre réduction et que celle-ci passe par l'effectuation d'efforts cognitifs et comportementaux (Heider, 1958; Osgood & Tannenbaum, 1955). Quand on fait un résumé de toutes ces *Inconsistency Compensation Theories* (voir Proulx et al., 2012), *i.e.* des théories qui expliquent les effets de la rencontre d'éléments de notre expérience inconsistants avec nos croyances (e.g. Burke et al., 2010; Kay et al., 2008; McGregor et al., 2010; Park, 2010; Thorisdottir et al., 2009; van den Bos, 2001), on s'aperçoit qu'elles concluent toutes, de près ou de loin, au caractère aversif de ces inconsistances<sup>2</sup> et au déclenchement d'efforts de compensations pour y répondre.

Le *Meaning Maintenance Model*, proposant une synthèse de toutes ces théories disparates, ne se prononce jamais clairement sur la nature exacte de ces compensations (Proulx & Inzlicht, 2012). Ce dont nous pouvons être sûrs est que les tentatives pour réduire les inconsistances 1) nécessitent des efforts cognitifs et 2) comportent toute l'activation d'un travail de réflexion, *i.e.* un processus cognitif partant de choses observées et tirant des conclusions inobservées.

Il semblerait donc que l'inconsistance ait quelque chose à voir avec le déclenchement d'effort cognitif et peut-être du raisonnement. Nous retrouvons cette idée en psychologie du développement et de l'apprentissage, avec Jean Piaget et sa théorie du déséquilibre cognitif. Pour le psychologue suisse, « il est en effet clair qu'en une perspective d'équilibration, l'une des sources de progrès dans le développement des connaissances est à chercher dans les déséquilibres comme tels, qui seuls obligent un sujet à dépasser son état actuel et à chercher quoi que ce soit en des directions nouvelles. Seulement, il n'en est pas moins évident que, si les déséquilibres constituent un facteur essentiel, mais en premier

---

<sup>2</sup> Une inconsistance désigne en général une chose ou un événement qui est contradictoire, incohérent ou conflictuel. Nous utiliserons ce mot pour désigner les situations où l'organisme n'est pas en phase avec son environnement. Soit parce que ce dernier propose quelque chose d'étonnant que l'organisme n'avait pas prévu, soit parce que l'organisme désire quelque chose que l'environnement ne lui fournit pas.

lieu motivationnel, ils ne sauraient jouer tout le même rôle formateur et ils n'y parviennent qu'à la condition de donner lieu à des dépassements, donc d'être surmontés et d'aboutir ainsi à des rééquilibrations spécifiques. » (Piaget, 1975, p.17)

Pour Piaget, nous sommes motivés par un déséquilibre cognitif, aussi bien décrit par Piaget comme des « conflits » ou des « contradictions » (Piaget, 1975). L'apprentissage réel, c'est-à-dire l'apport de connaissances nouvelles ne vient que si ce déséquilibre est dépassé. Sans déséquilibre, « la connaissance est statique » (Piaget, 1975, p. 18). L'objet d'intérêt de Piaget est l'apprentissage, mais il est assez clair que sa théorie pose un stimulus bien précis à une activité cognitive de résolution de problème et qui se rapproche de ceux déjà évoqués par Festinger ou Proulx. La théorie est d'ailleurs illustrée par des travaux empiriques en psychologie du développement (Brown & VanLehn, 1980; Carroll & Kay, 1988; Siegler & Jenkins, 2014; VanLehn, 1987, 1990) et résumé en la théorie de l'impasse (VanLehn et al., 2003). L'idée est que, comme chez Piaget, « *learning is more probable when the student reaches an impasse* » (VanLehn et al., 2003, p. 210). Une impasse « *occurs when a student gets stuck, detects an error, or does an action correctly but expresses uncertainty about it. The basic idea is that an impasse motivates a student to take an active role in constructing a better understanding of the principle* » (VanLehn et al., 2003, p. 220.) Ainsi, le raisonnement étant nécessaire dans le processus d'apprentissage, l'inconsistance est, par voie de conséquence, motrice dans l'apparition du raisonnement.

Les théories de l'apprentissage semblent s'accorder sur l'importance des inconsistances. Ainsi, la théorie dite des *Anomalous Data* (Chinn & Brewer, 1993), reste cohérente avec l'idée d'un déclenchement d'efforts cognitifs lors de la rencontre d'inconsistances. Des sept stratégies mises en place pour traiter cognitivement ces données anormales (c'est à dire, des données qui ne sont pas cohérentes avec les croyances préalables d'un individu), si six d'entre elles consistent à les rejeter d'une manière ou d'une autre, les sept impliquent une activité et des efforts cognitifs du type 'raisonnement'. Nous avons besoin de raisons suffisantes pour “(a) *ignore the anomalous data*”, “(b) *reject the data*, (c) *exclude the data from the domain of theory A*, (d) *hold the data in abeyance*, (e) *reinterpret the data while retaining theory A*, (f) *reinterpret the data and make peripheral changes to theory A*, and (g) *accept the data and change theory A, possibly in favor of theory B.*” (Chinn & Brewer, 1993, p. 4). Des

études sur les enfants ou le phénomène métacognitif de *sentiment de difficulté*, concluent de la même manière : des événements qui ne correspondent pas à ce qu'un individu pense poussent les enfants à des raisonnements causaux et l'interruption cognitive pousse les individus à la révision de leurs schémas (Legare et al., 2010; Touroutoglou & Efklides, 2010). Certaines théories neuroscientifiques font même un pas de plus en expliquant que la cognition dans sa globalité aurait comme principe la réduction de l'inconsistance (Friston, 2010).

Tiré de la psychologie sociale, de la psychologie de l'apprentissage ou bien des neurosciences, il s'agit donc toujours de la même idée. Une inconsistance, des *Anomalous Data*, une impasse, un déséquilibre ou bien encore une dissonance semblent activer des efforts cognitifs pour rétablir une forme de continuité dans l'expérience des organismes. Pour autant, une question reste irrésolue. Pourquoi une inconsistance nous motiverait à dépenser de l'énergie cognitive dans la réflexion, activité désagréable (David et al., 2024) que l'on évite le plus possible (Stanovich, 2018) ?

L'évolution constitue probablement une explication distale de la raison pour laquelle nous faisons appel à la réflexion. Pour autant, l'explication proximale, à savoir la manière dont cet avantage évolutif est instancié dans l'organisme, reste inexpliquée. Ne pas du tout se soucier du fait que nos croyances ne correspondent pas au monde tel qu'il est, c'est-à-dire ne pas être dérangé par nos erreurs ou nos mauvaises décisions, ferait de nous de très mauvais candidats à la survie, mais que veut dire, au fond, « se soucier » ou se « satisfaire » ? Pour comprendre cela, il nous faut nous pencher sur la psychologie des émotions.

### **Émotion : Les théories de l'évaluation cognitive**

Les théories de l'*Appraisal* (évaluation) permettent de comprendre l'émergence des émotions à travers l'idée d'une coupure ou d'une incongruence entre les buts (implicites ou non) d'un individu et ce que la situation lui fournit (Frijda, 1986; Lazarus et al., 1970; Moors & Fischer, 2019; Parkinson & Manstead, 1992; Reisenzein, 2001; Roseman, 1984; Smith, 1989; Smith & Lazarus, 1990). En résumé, lorsque l'incongruence entre situation et buts est trop grande, les individus ressentent une émotion négative, lorsque l'interaction est fluide et les buts remplis sans effort, l'émotion est positive. Les *appraisal* vont donc dépendre de la rencontre entre une situation et un individu. Les expériences passées,

les valeurs, mais aussi les avis que les individus ont sur eux-mêmes (le sentiment d'auto-efficacité, l'impression de contrôle, l'agentivité, etc.) vont entrer en ligne de compte. Un écart que l'on pense réductible facilement n'aura pas le même effet émotionnel qu'un écart face auquel on se sent démuni.

La théorie de *l'appraisal* de Klaus Scherer, aussi appelée Component Process Model, postule que les émotions résultent d'une évaluation séquentielle et multidimensionnelle des événements en fonction de leur pertinence, de leurs implications, de la capacité de l'individu à y faire face, et de leur compatibilité avec ses normes et valeurs (Scherer, 2001). Contrairement aux approches catégorielles des émotions, Scherer conçoit les émotions comme des épisodes organisés dynamiquement, modulés par des évaluations cognitives spécifiques (appraisals) qui s'enchaînent selon un ordre fonctionnel.

Il distingue plusieurs familles de "checks" :

- Pertinence (Relevance) : L'événement est-il nouveau ? Pertinent pour les buts de l'individu ?
- Implications (Implications) : Quelles en sont les conséquences ? Est-il prévisible, contrôlable ?
- Potentiel d'adaptation (Coping Potential) : L'individu peut-il faire face à l'événement ?
- Signification normative (Normative Significance) : L'événement est-il conforme aux normes, valeurs ou attentes personnelles et sociales ?

Chacun de ces appraisals contribue à différencier les émotions (par exemple, colère vs peur) et à en moduler l'intensité, la durée et l'expression comportementale (Scherer, 2001). D'autres cadres théoriques ont été développées pour rendre compte des processus d'évaluation cognitive dans la genèse des émotions. On peut notamment citer la théorie de Lazarus : qui distingue les évaluations primaires (pertinence pour le bien-être) et secondaires (ressources pour faire face à la situation ; Lazarus, 1991). La théorie de Smith et Ellsworth : qui identifie différentes dimensions d'évaluation comme la certitude, la responsabilité ou le contrôle (Smith & Ellsworth, 1985). Le modèle de Roseman : qui postule que les émotions découlent de la combinaison de cinq dimensions d'évaluation (Roseman, 1991). Ou encore la théorie de Frijda : qui met l'accent sur l'évaluation en termes de pertinence pour les intérêts et tendances à l'action de l'individu (Frijda, 1986).

Le cadre théorique de *l'appraisal*, bien que multiple, met tout de même en exergue des invariants : un contenu cognitif (nommé *appraisal*) évalue la congruence de l'interaction entre l'individu et son environnement. À partir de cette évaluation, un éveil physiologique, des activations motrices et des tendances à l'action vont être déclenchés. Selon le contenu de l'évaluation, ces réactions physiques seront alors des alertes pour persévérer dans l'interaction, la limiter ou la stopper totalement (Scherer & Moors, 2019).

L'homologie de structure entre les théories du déclenchement des efforts cognitifs et les théories des émotions forme la fondation théorique de notre travail. Selon nous, bien que mise de côté par les modèles explicatifs actuels du raisonnement (De Neys, 2022; Pennycook et al., 2015; Thompson et al., 2011), *l'appraisal* est capable d'expliquer pourquoi l'être humain est motivé à réfléchir et à dépenser de l'énergie cognitive dans le raisonnement délibéré.

### **La philosophie pragmatiste**

La question de savoir ce qui motive l'être humain à délibérer avait déjà été étudiée par les philosophes pionniers du pragmatisme et de la psychologie scientifique, notamment par Charles S. Peirce et John Dewey. Malheureusement, l'apport du pragmatisme a été quelque peu occulté par la psychologie contemporaine et leur apport se perd dans l'histoire de cette science. Nous pensons que la psychologie du raisonnement bénéficierait d'une plus grande connaissance du modèle pragmatiste, car il offre une réponse simple à la question de la motivation au raisonnement.

Selon les pragmatistes, la réponse est le *doute*, « an uneasy and dissatisfied state from which we struggle to free ourselves and pass into the state of belief » (Peirce, 1877, p. 4). Plus précisément, le doute a été principalement reconnu par les pragmatistes comme quelque chose que nous *ressentons*. En d'autres termes, il s'agit d'un « *feeling of a discrepancy, or difficulty* » [...]. *In cases of striking novelty or unusual perplexity, the difficulty [...] is likely to present itself at first as a shock, as emotional disturbance, as a more or less vague feeling of the unexpected, of something queer, strange, funny, or disconcerting.* » (Dewey, 1910 p. 74).

Ainsi, se « soucier » ou ne pas se « satisfaire » des inconsistances vécues veut simplement dire « ressentir quelque chose à leur propos ». Nous serions motivés à raisonner parce que la rencontre d'une

inconsistance serait évaluée négativement par l'organisme et provoquerait une émotion que l'on tenterait de diminuer par le raisonnement. Notre motivation à réfléchir ne serait donc pas une question de quête de vérité ou de connaissance, mais l'instanciation d'un besoin simple : modifier la situation pour qu'elle cesse de nous faire souffrir. Et tout comme nous courons lorsque nous avons peur, nous délibérons lorsque nous doutons. La course nous permet d'éloigner ce qui nous fait peur (et donc de diminuer la peur), la délibération nous permet de résoudre une inconsistance (et donc de diminuer le doute).

Cette dimension incarnée et émotionnelle est mise de côté par les théories actuelles du raisonnement. Ce travail de thèse est soutenu par l'idée qu'explorer une telle dimension nous permet d'expliquer pourquoi le système cognitif choisit de s'engager dans une délibération cognitivement coûteuse, au lieu de simplement renoncer à résoudre le problème. En somme, ce travail est la mise en communication de disciplines et de courants expérimentaux qui ne se sont pas suffisamment rencontrés. La vaste littérature concernant la place des émotions dans la prise de décisions (Bechara et al., 1997; Blanchette & Richards, 2010; Clore & Huntsinger, 2007; Damasio, 1994, 1996; Inzlicht et al., 2015; Lerner et al., 2015; G. Loewenstein & Lerner, 2003), la philosophie pragmatiste et la psychologie des émotions peuvent éclairer d'un œil nouveau les travaux de la psychologie du raisonnement.

### **Les théories à double processus**

Si notre travail se veut à l'écoute de toutes les branches des sciences humaines, il s'intègre d'abord dans les travaux, résultats et paradigmes de la psychologie du raisonnement. Plus particulièrement, nous engageons nos travaux dans le cadre théorique actuel majeur du raisonnement : le *dual-process*.

Les théories du raisonnement à processus dual postulent l'existence de deux systèmes de traitement de l'information distincts et complémentaires qui constituent le raisonnement humain et la prise de décision. Cette conceptualisation duale trouve ses racines dans les observations précoces du philosophe pragmatiste, William James (1890), concernant les différents modes de fonctionnement mental, qui distinguait déjà les processus mentaux automatiques et contrôlés.

Au cours des dernières décennies du XX<sup>e</sup> siècle, cette approche a connu un développement théorique important. Les travaux de Sloman (1996) ont joué un rôle crucial dans la formalisation

moderne de ces théories en proposant une distinction entre deux systèmes de raisonnement : un système associatif, rapide et automatique, et un système basé sur des règles, délibératif et contrôlé. Cette dichotomie a permis d'articuler de manière cohérente de nombreuses observations empiriques concernant les biais cognitifs et les erreurs de raisonnement. Les travaux d'Epstein (1994) ont apporté une perspective complémentaire en distinguant un système rationnel, analytique et conscient, d'un système expérientiel, intuitif et largement inconscient. Parallèlement, Stanovich et West (2000) ont contribué à raffiner cette conceptualisation en introduisant la distinction entre les processus de Type 1 et de Type 2, les premiers étant caractérisés par leur rapidité, leur caractère automatique et leur faible demande en ressources cognitives, tandis que les seconds sont lents, contrôlés et exigent des ressources attentionnelles importantes.

Le Système 1, tel que conceptualisé notamment par Kahneman (2003), opère de manière rapide et automatique, sans effort conscient apparent. Ce système traite l'information de façon associative et heuristique, s'appuyant sur l'expérience passée et les patterns familiers. Il est particulièrement efficace pour les tâches de reconnaissance, les jugements immédiats et les réponses émotionnelles, mais constitue également une source de nombreux biais cognitifs et d'erreurs systématiques de jugement.

Le Système 2, quant à lui, fonctionne de manière délibérée et contrôlée, nécessitant un effort conscient et mobilisant des ressources cognitives limitées. Ce système est responsable du raisonnement analytique, de la résolution de problèmes complexes et de la prise de décision réfléchie.

Ces théories ont des implications considérables pour la compréhension du comportement humain dans de nombreux domaines. Elles permettent d'expliquer pourquoi les individus commettent des erreurs systématiques malgré leurs capacités rationnelles, comment se forment les biais cognitifs, et pourquoi les interventions visant à améliorer la prise de décision doivent tenir compte de ces deux modes de fonctionnement.

Bien que pléthoriques, toutes les théories du raisonnement à processus dual (Epstein, 1994; J. St. B. T. Evans, 2006; James, 1890a; Kahneman, 2003a; Sloman, 1996; Stanovich & West, 2000) reposent sur une même idée : le raisonnement humain mobilise deux formes de traitement. La première est rapide, automatique et peu coûteuse, produisant des réponses intuitives fondées sur des associations ou des croyances ; la seconde est plus lente et contrôlée. Qu'on les appelle système 1 et système 2,

heuristique et analytique, ou expérientiel et rationnel, toutes ces approches soulignent ainsi l'articulation entre deux types de raisonnement, l'un intuitif et l'autre délibératif.

### **L'objectif de cette thèse**

Les théories *dual-process* se sont imposées, car elles permettaient de répondre à des anomalies empiriques (J. St. B. T. Evans & Lynch, 1973; Kahneman & Tversky, 1979; Tversky & Kahneman, 1986). Pourtant, leur capacité explicative a longtemps laissé de côté le problème du passage du S1 au S2. Ainsi, notre problème d'origine, à savoir le déclenchement de la réflexion en générale, prend une forme plus opérante au sein de ce cadre théorique et formule la question fondamentale à laquelle cette thèse tentera de répondre : qu'est-ce qui déclenche le raisonnement délibératif ?

Cette question a été traitée de plusieurs manières par la psychologie. Il existe des explications se concentrant sur des différences interpersonnelles (De Neys, 2006; Stanovich, 1999) et d'autres se concentrant sur des différences environnementales, *i.e.* le temps pour faire une tâche (J. St. B. T. Evans & Curtis-Holmes, 2005; Finucane et al., 2000) ou les instructions données par les expérimentateurs (Daniel & Klaczynski, 2006; J. St. B. T. Evans et al., 1994; Newstead et al., 1992; Vadeboncoeur & Markovits, 1999). Ces explications ne sont pas mécanistiques, c'est-à-dire qu'elles n'essayent pas d'expliquer ce qui déclenche la délibération en décrivant les étapes et éléments nécessaires à son activation, et étudient uniquement les conditions qui favorisent ou défavorisent son utilisation. En cela, elles manquent, à notre sens, ce qui fait l'intérêt de la position pragmatiste et la théorie de l'*appraisal*. Pour reprendre les termes d'Aristote, nous cherchons avec le pragmatisme la *cause efficiente* du raisonnement. Nous voulons comprendre ce à quoi répond le raisonnement, ce qui le met en mouvement. Ainsi, la question qui nous intéresse et intéresse depuis quelques années la psychologie du raisonnement est : « *For a given participant of a given cognitive capacity, operating under a given set of task instructions, in a given environment, what predicts the degree of Type 2 engagement?* » (Thompson et al., 2011, p. 108)

## **Plan de la thèse**

Dans la suite de ce travail de thèse, le chapitre 1 propose un effort de théorisation du mécanisme de déclenchement du raisonnement délibératif. Un état de la littérature y mettra en évidence le rôle des émotions – et plus particulièrement du doute, sous ses différentes formes (anxiété, confusion, surprise) – dans le passage du Système 1 au Système 2, tout en proposant une compréhension renouvelée de ce mécanisme à la lumière des théories contemporaines des émotions. Le premier chapitre a donné lieu à un article publié (dans *Cognitive Science*, cf. *Annexe 1*) et un papier en revue chez *Review of Philosophy and Psychology* ; cf. *Annexe 2*).

Les chapitres suivants présentent des travaux empiriques. Le chapitre 2 établit un lien empirique entre conflit cognitif, doute et délibération, et aboutit à la construction d'une première échelle de mesure du doute (publié dans *Thinking and Reasoning*). Le chapitre 3 explore la possibilité de manipuler le ressenti du doute à partir de l'hypothèse de la rétroaction faciale, selon laquelle des mouvements musculaires correspondant à l'expression de certaines émotions peuvent influencer l'expérience subjective de ces émotions lorsqu'ils sont volontairement produits (en cours d'évaluation dans *Motivation and Emotion*). Enfin, le chapitre 4 s'intéresse aux différences interindividuelles : partant de l'idée qu'une émotion négative constitue la source de la motivation à engager un raisonnement délibératif et à investir des ressources cognitives, il postule que la tolérance individuelle aux émotions négatives modère le lien entre doute et délibération (en cours d'évaluation dans *Cognition and Emotion*).

## Chapitre 1 : Le modèle de l'aversion au doute.

Deux articles sont tirés de ce chapitre, l'un publié et l'autre en cours de préparation :

Cortial, C., Prado, J. and Caparos, S. (2025), Reconceptualizing Metacognitive Experience in Dual-Process Reasoning: The Role of Emotion in Triggering Deliberation. *Cognitive Science*, 49: e70084. <https://doi-org.ezproxy.uca.fr/10.1111/cogs.70084> (Voir Annexe 1).

Cortial, C., Prado, J. and Caparos, S. (in review), Does reasoning hurt? The role of negative emotions in triggering deliberative reasoning. *Review of Philosophy and Psychology* (Voir Annexe 2).

Un problème majeur pour les théories du raisonnement est de rendre compte du déclenchement de la délibération. Comme nous le verrons par la suite, les théories actuelles ne prennent pas assez en compte les observations qui démontrent l'existence d'une composante émotionnelle dans ce déclenchement (en se concentrant uniquement sur la composante cognitive, p. ex. De Neys, 2022) ou prennent en compte cette composante mais ne la traitent pas comme un phénomène central (en négligeant, par exemple, l'étude de l'éveil physiologique, Thompson et al., 2011). L'objectif de ce chapitre est de préciser théoriquement le processus qui sous-tendrait le passage de l'intuition à la délibération et de proposer un modèle fondé sur l'existence d'une émotion à valence négative, le doute, qui joue le rôle de moteur à la délibération. Les modèles de raisonnement actuels proposent que le raisonnement délibératif soit activé lorsque le raisonnement intuitif échoue (J. St. B. T. Evans & Stanovich, 2013; Kahneman, 2011). Cette idée repose sur deux hypothèses importantes, à savoir (1) que l'intuition peut échouer, et (2) qu'un tel échec peut être détecté.

### Les échecs de l'intuition

Il est important de comprendre qu'un échec de l'intuition ne signifie pas « réponse fausse », comme en témoigne l'existence de biais cognitifs. Un biais cognitif étant une déviation systématique dans le traitement de l'information qui conduit les individus à juger, raisonner ou décider d'une manière prévisible mais non conforme aux principes logico-mathématiques. L'organisme ne perçoit pas les

réponses motivées par ces biais comme des échecs de l'intuition. En revanche, l'organisme considère que l'intuition échoue si cette dernière ne fournit pas une réponse directe, rapide et sans effort. En ce sens, plusieurs types d'échecs de l'intuition ont été décrits dans la littérature.

Une intuition peut ne pas émerger de manière fluide. L'intuition va, par exemple, mettre plus de temps à émerger, parce que plus incertaine ou moins familière (Ackerman & Thompson, 2017; Thompson, Evans, et al., 2013). Il est aussi possible de rencontrer le cas de figure où plusieurs intuitions incohérentes surgissent simultanément et se disputent la réponse. Ce phénomène est nommé « conflit cognitif » (De Neys, 2012a, 2014; De Neys et al., 2010a; De Neys & Pennycook, 2019) et est aussi un exemple d'échec de l'intuition. Ces intuitions contradictoires favorisent plusieurs ensembles d'actions incompatibles (chacune ayant des forces différentes) qui ne peuvent pas être exécutées en même temps. La force de chaque chemin d'action peut être expliquée par la fluidité du traitement ou la vitesse de l'intuition (Bago & De Neys, 2020), ainsi que par le niveau d'automatisation associé à l'intuition (c'est-à-dire à quel point il a été facile de faire émerger cette intuition, De Neys, 2022 ; Stanovich, 2018).

De manière générale, le caractère interrompu ou non-automatique de l'interaction organisme-environnement est une manière de comprendre l'idée d'inconsistance proposée par les modèles développementaux, sociaux ou émotionnels que nous avons abordée dans l'introduction et qui peut être comprise comme un échec de l'intuition. En effet, plusieurs intuitions, une intuition lente et incertaine ou bien pas d'intuition du tout, nous laissent face à une situation problématique, que nous sommes dans l'impossibilité de résoudre à partir de nos connaissances préalables. Une intuition faible signale l'incapacité de traiter automatiquement une situation. Ainsi, c'est bien cette évaluation de l'écart entre ce que l'organisme est capable de fournir (des intuitions) et ce qu'il désire (résoudre le problème) qui est au cœur de l'échec de l'intuition.

### **La surveillance des intuitions faibles**

Un certain nombre de modèles récents proposent que l'échec d'une intuition conduise à l'activation du raisonnement délibératif (De Neys, 2022 ; Pennycook et al., 2015 ; Thompson et al., 2011). L'activation de la délibération suppose donc l'existence d'un système de surveillance (ou

*monitoring*) capable de détecter les échecs de l'intuition et plusieurs terminologies ont été proposées dans la littérature pour décrire le fonctionnement d'un tel système de surveillance.

Pour Thompson et al. (2011), ce système est décrit comme une expérience métacognitive, appelée « Feeling Of Rightness » (FOR), qui résulte d'une auto-évaluation de notre confiance dans la justesse de notre réponse. À l'instar du *feeling of knowing* (Hart, 1965), cause de la sensation d'avoir la réponse « sur le bout de la langue », le FOR est défini comme un « jugement de second ordre » (Thompson, 2009), un jugement sur nos jugements (qui sont, dans le cas présent, nos intuitions). Des intuitions fluides, familières et non-conflictuelles généreraient un haut niveau de FOR (Thompson et al., 2018, 2018; Thompson & Johnson, 2014). Ce haut niveau de FOR signifierait pour l'organisme que la délibération n'est pas nécessaire. Un FOR faible, quant à lui, signale le besoin d'activation de la délibération. D'autres terminologies ont été utilisées pour décrire le FOR, telles que la *Response Uncertainty* (RU ; De Neys, 2022), ou le *Feeling of Error* (FOE ; Ackerman & Thompson, 2017; Fernandez Cruz et al., 2016; Gangemi et al., 2015). Thompson et al. proposent aussi l'existence d'un *Feeling of Wrongness* (FOW), inverse au FOR (Thompson & Morsanyi, 2012). A chaque fois, il s'agit d'un jugement métacognitif à propos de l'intuition. Notons que la direction du FOE, du FOW et du RU est opposée à la direction du FOR, de sorte que le FOE/FOW/RU diminuent lorsque le FOR augmente.

Une méthode visant à démontrer l'existence d'un système de surveillance de la qualité des intuitions utilise des problèmes de raisonnement dits conflits, qui peuvent générer à la fois une intuition correcte ou logique (c'est-à-dire une intuition compatible avec les principes logico-mathématiques) et une intuition incorrecte ou heuristique (c'est-à-dire une intuition basée sur des heuristiques et qui peut être incompatible avec les principes logico-mathématiques). Considérons par exemple le syllogisme suivant :

« Tous les arbres ont des racines.

Les chênes ont des racines.

Par conséquent, les chênes sont des arbres. »

Bien qu'à première vue l'argument puisse sembler logiquement valide, il s'agit en réalité d'une forme fallacieuse de raisonnement connue sous le nom d'affirmation du conséquent. En effet, il n'y a pas que les arbres qui ont des racines (les cheveux en ont aussi). Ainsi, la conclusion « les chênes sont des arbres » ne découle pas logiquement des prémisses. Il y a ici conflit entre une conclusion qui nous semble crédible et la logique de l'argument, qui n'est pas valable.

Ce phénomène qui obstrue la capacité d'un individu à juger de la logique d'un argument sans se laisser polluer par ses croyances a été nommé « biais de croyance » (J. St. B. T. Evans et al., 1983). Le biais de croyance peut favoriser l'émergence de conflit cognitif, où deux intuitions incompatibles émergent en parallèle (une intuition liée à la croyance, incompatible à l'intuition liée à la structure logique du problème).

Lorsqu'ils raisonnent sur de tels problèmes dits « conflits », les individus ne réussissent souvent pas à se retenir de donner l'intuition erronée (basée sur le biais de croyance). Ils ont néanmoins tendance à signaler moins de confiance (ou plus d'incertitude) dans leur réponse et à réfléchir de manière plus délibérée (par rapport à lorsqu'ils raisonnent sur des problèmes similaires sans conflit ; Bago & De Neys, 2019; Botvinick, 2007; De Neys, 2012a, 2022; De Neys et al., 2008, 2010a; De Neys & Glumicic, 2008; De Neys & Pennycook, 2019; Pennycook et al., 2015).

La confiance moindre en la réponse est une preuve que la faiblesse de l'intuition a été détectée (au moins partiellement, et même si elle n'a pas conduit à une correction de la réponse erronée). On retrouve le même phénomène avec le cadre théorique du FOR. Les individus confrontés à des problèmes conflictuels déclarent un niveau de FOR plus faible et sont plus à même de s'engager dans la délibération (Ackerman & Thompson, 2017; Thompson, 2009; Thompson et al., 2011; Thompson, Evans, et al., 2013; Thompson et al., 2018; Thompson & Johnson, 2014; Thompson & Morsanyi, 2012).

En somme, quel que soit le nom donné à l'*output* du système de surveillance (c'est-à-dire FOR, RU, FOE ou FOW), l'hypothèse principale des modèles actuels est similaire : *l'activation de la délibération dépend de l'évaluation métacognitive de la qualité de l'intuition*. Dans le cas d'intuitions faibles, le système est bloqué et nécessite l'activation de la délibération pour progresser. Dans le cas d'intuitions conflictuelles, l'ampleur du conflit dépendrait de l'équilibre entre la force de chaque intuition. Lorsque deux intuitions ont une force équivalente, alors le système est confronté à un conflit

fort qui doit être résolu par l'activation de la délibération. Si le conflit est déséquilibré (c'est-à-dire qu'une intuition est nettement plus forte que l'autre), la délibération est moins nécessaire et donc moins susceptible d'être activée (De Neys et Pennycook, 2019). En somme, bien qu'il existe quelques différences conceptuelles entre les différents modèles de raisonnement à deux systèmes, la description du système de surveillance des échecs de l'intuition reste assez similaire entre eux. L'idée centrale a d'ailleurs pu être résumée en un seul modèle (Pennycook et al., 2015). Ce modèle explique le déclenchement du raisonnement délibératif en trois étapes : (1) un stimulus peut activer plusieurs réponses intuitives en parallèle, certaines plus rapides que d'autres ; à chacune est associé un certain niveau de confiance (un FOR) ; (2) un mécanisme de détection des conflits évalue leur compatibilité et leur « force » (leur niveau de FOR) ; (3) si un conflit est identifié, le système 2 s'engage, menant soit à une rationalisation de la réponse intuitive initiale la plus forte, soit à un découplage cognitif pour adopter une alternative.

### **La nature imprécise du système de surveillance**

Les résultats présentés dans la section précédente sont bien étayés empiriquement. À notre sens, ils ne semblent pas souffrir d'un manque de preuves, mais plutôt d'un manque de spécification conceptuelle. D'une part, le terme *incertitude* ou sentiment de *justesse/erreur/fausseté* semble instancier dans un processus qui est de nature cognitive : une évaluation quantitative de la force de l'échec. D'autre part, les terminologies impliquent également que le monitoring des échecs de l'intuition produit quelque chose que l'on ressent, ce qui est capturé par les termes tels que “gut feeling” (De Neys et al., 2010), “implicit [knowledge]” (Bago & De Neys, 2020), “experienced uncertainty” (De Neys, 2022), “subjective experience” (Ackerman & Thompson, 2017), “metacognitive experience” (Thompson et al., 2011), “sense of correctness” (Thompson et al., 2011), ou évidemment le terme de “*feeling*” (*of rightness/error/wrongness* ; Thompson et al., 2011 ; Gangemi et al., 2015). En somme, les modèles actuels sont flous concernant la nature exacte du système de *monitoring* et laissent sa dimension incarnée largement sous-spécifiée.

Un problème majeur est que ce flou ne permet pas de répondre à la question du pourquoi on devrait être dérangé lorsque le raisonnement intuitif ne parvient pas à fournir une solution satisfaisante.

Pourquoi ne pas continuer avec la première réponse qui arrive, peu importe sa justesse ou sa force ? Étant donné la propension du système cognitif à l'avarice cognitive (*cognitive miserliness* ; Stanovich, 2011, 2018)) et la preuve que l'effort mental impliqué dans la réflexion est désagréable (David et al., 2024), il semble nécessaire de justifier pourquoi l'organisme choisirait d'engager des ressources coûteuses, au lieu de simplement renoncer à résoudre une situation problématique, et de continuer avec les intuitions qui émergent même si elles sont faibles ou insatisfaisantes.

### **Métacognition versus émotion : Considérations théoriques**

Comme nous l'avons vu, les modèles actuels de raisonnement expliquent principalement la surveillance des échecs de l'intuition par des processus de jugement métacognitif. Que ce soit le système 1 (intuition) qui détermine le niveau de RU (De Neys, 2022), le système 2 (délibération) (Kahneman, 2011 ; Stanovich & West, 2000), ou un potentiel Système 3 (Evans, 2009), la tâche est toujours d'évaluer quantitativement la qualité de notre intuition. Un élément important qui manque à ces différentes théories est l'explication du pourquoi un individu serait motivé à dépenser de l'énergie cognitive (en engageant le raisonnement délibératif) lors de la détection d'une intuition faible. Ainsi, si les jugements métacognitifs informent de la faiblesse du produit de l'intuition, qu'est-ce qui motive l'individu à agir ? Pour répondre à cette question, nous proposons l'idée que le cadre métacognitif gagnerait à être complété par la théorie des émotions s'appuyant sur l'évaluation cognitive (théorie de « l'appraisal »). Selon cette théorie, une émotion naît de l'évaluation (« appraisal ») de la congruence entre les objectifs d'un individu et son environnement (pour une synthèse, Moors et al., 2013, 2017). Un stimulus est évalué comme positif (ou attirant) s'il facilite l'accès aux objectifs de l'organisme, et négatif (ou aversif) s'il entre en conflit avec ces derniers.

Si un individu évalue une intuition non-fluide comme un obstacle à ses buts, d'après le modèle de *l'appraisal*, il devrait éprouver une émotion à valence négative, qui comprend un ressenti subjectif déplaisant, une réaction physiologique, et une tendance à l'action (Scherer & Moors, 2019). Ce processus émotionnel pourrait expliquer la motivation d'un individu à dépenser de précieuses ressources dans le processus de raisonnement délibératif : pour se défaire de l'émotion négative aversive. Nous faisons ici

l'hypothèse que cette émotion se nomme le *doute*, en nous appuyant sur la proposition des philosophes pragmatistes (Dewey, 1910 ; Peirce, 1877).

Tous les modèles métacognitifs ne reconnaissent pas un rôle à l'émotion, et lorsque c'est le cas, ce rôle n'est pas central. En général, les évaluations métacognitives (RU, FOR, FOE, FOW) reposent surtout sur des indices tels que la familiarité avec les termes du problème ou la fluidité avec laquelle une intuition émerge. Dans certains modèles, comme le Response Uncertainty (De Neys, 2022), ces indices suffisent à expliquer le passage au système 2. Dans d'autres, comme le Feeling of Rightness (FOR), il est admis que ces indices peuvent inclure une réponse émotionnelle. Par exemple, le modèle du FOR propose que les intuitions fluides soient associées à un affect positif, et que ce plaisir décourage l'engagement dans un raisonnement délibératif (Thompson, 2009; Thompson et al., 2011; Thompson & Morsanyi, 2012; Trippas et al., 2016, 2016; Winkielman & Cacioppo, 2001; Zizak & Reber, 2004). Cette perspective soulève toutefois une question théorique : si le cadre métacognitif reconnaît une composante émotionnelle, quelle est exactement la place de cette émotion dans le modèle du FOR ? En effet, le plaisir ressenti lors de l'émergence fluide d'une intuition est déjà intégré par le système de monitoring pour évaluer le FOR. Mais, en ce sens, une question semble s'imposer : quel est ici le rôle de l'émotion ? Si le plaisir ressenti lors de l'émergence fluide d'une intuition est préalablement *pris en compte* par le système de monitoring pour évaluer le niveau de précision (« Feeling Of Rightness »), il n'y a pas de raison de penser que le FOR représente la motivation première à délibérer, car la motivation émotionnelle existe déjà (Thompson & Morsanyi, 2012). Il est possible que le rôle du FOR soit secondaire, pour arbitrer entre différentes stratégies de délibérations, comme nous le verrons plus loin. Ainsi, il est parcimonieux de proposer que ce soit l'expérience d'une émotion qui explique la *motivation* à délibérer.

### **Défaillance de l'intuition et émotion : Soutien empirique**

L'hypothèse selon laquelle une émotion, le doute, serait au cœur du processus de raisonnement possède non seulement une pertinence théorique, comme nous l'avons vu dans la section précédente, mais elle est également étayée par une littérature empirique. Nous faisons dans cette section une revue de la littérature apportant un soutien empirique à l'hypothèse émotionnelle.

Nous faisons ici une note d'ordre sémantique. Même si cela n'est pas l'unique manière de conceptualiser l'idée de doute, nous l'employons bel et bien comme un type d'émotion. En effet, le doute partage les caractéristiques de l'émotion (expérience subjective, réaction physiologique et réaction comportementale ; Scherer & Moors, 2019). Il s'accompagne d'un ressenti subjectif (dans ce cas, désagréable ; Koriat, 2000), déclenche des réactions physiologiques — notamment l'activation de l'insula et de l'amygdale, ainsi qu'une augmentation de la conductance cutanée (Critchley et al., 2001; Hsu et al., 2005) — et influence le comportement en motivant des actions telles que la recherche d'informations ou l'évitement (Grupe & Nitschke, 2013) et en activant des réactions musculaires faciales (Berger et al., 2020; Lindström et al., 2013).

L'émotion de doute peut être envisagée comme le produit d'un conflit, d'une opposition ou d'une incongruence entre deux types de cognitions — par exemple, entre des objectifs et des prédictions d'un côté, et des perceptions de l'autre, ou encore entre des intuitions ou croyances contradictoires. Dès lors, on s'attend à ce que des données empiriques viennent confirmer l'existence de manifestations liées à une réaction émotionnelle en présence de telles inconsistances.

Tout d'abord, un ensemble d'études montre que le système cognitif évalue, en général, l'inconsistance ou les incongruences comme des phénomènes aversifs (Dreisbach & Fischer, 2012, 2015; Proulx et al., 2012). Plusieurs études montrent aussi que les conflits augmentent l'éveil physiologique (ou « arousal ») dans le codage d'images (Kuzinas et al., 2016), la Simon Task (Van Steenbergen & Band, 2013), la tâche de Stroop (Hoshikawa & Yamamoto, 1997), le traitement de la parole (Zhang et al., 2010) ou les jugements de familiarité (Morris et al., 2008). Une augmentation de cet arousal a également été démontrée empiriquement dans des tâches de raisonnement en situation de conflits cognitifs, utilisant des mesures de la dilatation de la pupille (Purcell et al., 2023) et de l'activité électrodermale (De Neys et al., 2010). Quant aux intuitions fortes (fluides), elles ont plutôt été associées à un état de relaxation (Zander et al., 2017).

Des preuves supplémentaires de la nature émotionnelle de la réaction déclenchée par les défaillances de l'intuition proviennent de mesures de l'activité cérébrale. Bien qu'il n'existe pas de correspondance directe entre les zones cérébrales et les processus cognitifs ou affectifs, on observe l'activation d'une même zone du cerveau lors du traitement de conflits cognitifs et lors de réactions

émotionnelles négatives : Le cortex cingulaire antérieur (CCA). Cette zone est considérée comme un acteur central du processus d'appraisal, en établissant un lien entre émotion et cognition (Braem et al., 2017; Bush et al., 2000; Davis et al., 2005; Etkin et al., 2011; Stevens et al., 2011).

Le CCA est une région cérébrale relativement grande qui est traditionnellement divisée en une partie cognitive dorsale et une autre partie affective rostro-ventrale (Bush et al., 2000). Le CCA ventral a notamment été associé à des émotions de valence négative telles que l'anxiété, la tristesse (Drevets & Raichle, 1998) ou encore la douleur (Rainville, 2002). Il a été suggéré que cette région, qui joue un rôle dans l'évitement d'événements aversifs (Kim et al., 2006), est impliquée de manière critique dans les comportements motivés par l'aversion aux émotions négatives (Shackman et al., 2011). Par exemple, certains ont émis l'hypothèse que « la fonction fondamentale commune à l'affect négatif, à la douleur et au contrôle cognitif [tous trois gérés par le CCA] est la nécessité de déterminer un plan d'action optimal face à l'incertitude, c'est-à-dire d'exercer un contrôle ». (Shackman et al., 2011, p. 8). Conformément à cette hypothèse, les lésions de cette zone cérébrale entravent la reconnaissance précise des expressions faciales des émotions négatives et altèrent le contrôle cognitif (mesuré à l'aide d'une tâche de Stroop ; Tolomeo et al., 2016).

En ce qui nous concerne, une activation du Cortex médio-Cingulaire Antérieur (CmCA) et du Cortex Cingulaire Antérieur dorsal (CCAd ; De Neys et al., 2008) ont été observé lors de raisonnement sur des problèmes logiques incongruent ou conflits (des exercices du type problème de taux de base ; Tversky & Kahneman, 1973). On a également constaté que cette région est activée lorsque les participants doivent inhiber leurs croyances afin de répondre logiquement à un problème (Goel et al., 2000; Goel & Dolan, 2003), ainsi que lorsqu'ils doivent surmonter des inadéquations perceptuelles au cours d'une tâche de raisonnement (Prado & Noveck, 2007). En somme, face à une situation ambiguë, comme lors d'un conflit cognitif, le Cortex Cingulaire Antérieur semble être activé (De Neys et al., 2008).

La littérature semble donc bien démontrer l'existence d'une réaction émotionnelle lors de la rencontre d'une inconsistance liée à l'échec de l'intuition. Elle suggère aussi que cette émotion serait négative et, en ce sens, est cohérente avec l'idée selon laquelle on se mettrait à raisonner pour éliminer ou diminuer une sensation négative et aversive comme le doute. Ainsi, de façon cohérente avec ce que

les pragmatistes théorisaient, une rupture de la continuité de l'interaction entre l'organisme et son environnement pourrait être évaluée (*appraised*) comme négative. L'échec d'une intuition pourrait donc représenter une telle rupture, mais cet échec ne pourrait suffire à lui-seul pour comprendre la motivation à utiliser le raisonnement délibératif.

### **Le doute : Une incertitude menaçante**

Un échec de l'intuition ne suffirait pas toujours à susciter le doute. Ainsi, si l'individu estime avoir fait tout ce qu'il pouvait ou ne voit aucun intérêt à résoudre le problème, il pourrait ne pas éprouver le besoin de réfléchir davantage. L'émotion de doute serait donc le résultat d'un *appraisal* plus général qu'un simple jugement métacognitif d'incertitude concernant notre réponse intuitive. Selon cette conception, le doute pourrait être le résultat de l'évaluation de la menace découlant de l'incertitude, c'est-à-dire de la discontinuité entre les objectifs de l'organisme et ce que lui fournit son environnement.

C'est en ce sens que le cadre de l'*appraisal* peut être bénéfique aux modèles du raisonnement. En effet, le doute dépendrait fortement des objectifs et des besoins individuels, du sentiment d'agentivité, du potentiel d'adaptation et du contrôle qu'exerce l'individu sur la situation. Dans le modèle proposé par Lazarus, par exemple, il y a un premier *appraisal* qui évalue la pertinence motivationnelle et la congruence motivationnelle (« Est-ce que la situation est cohérente ou non avec mes buts ? »). Il y a ensuite un second *appraisal* qui statue sur la capacité de l'individu de s'adapter avec la situation (par exemple, la capacité de l'individu à résoudre le problème ; Lazarus, 1991; Lazarus & Folkman, 1984). Ce processus d'*appraisal* permet non seulement d'évaluer l'écart entre les objectifs de l'individu et les conditions de l'environnement, mais aussi d'estimer dans quelle mesure cet écart constitue une menace pour lui.

Pour Scherer, il existe une séquence de *checks* évaluatif, qui intègre une vérification de la *relevance* (« Cela m'affecte-t-il ? Est-ce nouveau ? »), de l'implication (« Quelles en sont les conséquences ? »), de la capacité d'adaptation (« Puis-je y faire face ? Ai-je du contrôle ? »), et du sens normatif (« Est-ce compatible avec mes normes ou mes valeurs ? » ; Scherer, 2001). À partir de ces *appraisals*, des réactions physiologiques et motrices plus ou moins marquées émergeraient, influençant les expériences métacognitives et, *in fine*, l'engagement du système 2.

Ce sont donc ces éléments de *l'appraisal* qui détermineraient le niveau de discontinuité menaçante et qui contraindraient, en proportion, les individus à mobiliser plus ou moins de ressources cognitives. En ce qui concerne l'incertitude comme menace, une personne peut être très incertaine de sa réponse, mais confiante dans ses capacités de résolution de problèmes ; cette confiance baissera son niveau de menace. À l'inverse, une autre personne éprouvant la même incertitude, mais se percevant comme moins compétente, ressentira cette incertitude comme plus menaçante et sera plus encline à s'engager dans un raisonnement approfondi.

L'engagement dans le S2 serait influencé par le *Mindware* de l'individu (c'est-à-dire l'ensemble des croyances et connaissances de l'individu ; Stanovich, 2018), ce qui affecterait considérablement la délibération (Erceg et al., 2023; Purcell et al., 2020; Raelison et al., 2020; Schubert et al., 2021; Stanovich, 2018; Thompson et al., 2018). Il est ici intéressant de noter que les expériences émotionnelles passées et la résonance de ces nouveaux problèmes avec celles-ci pourraient également jouer un rôle (p. ex., un ancien combattant peut exceller dans le raisonnement sur un contenu lié à la guerre ; (Blanchette et al., 2007; Blanchette & Caparos, 2013, 2016). On peut imaginer que c'est bien au niveau de *l'appraisal* que se joue la différence, puisque les vétérans jugeront peut-être comme plus important pour eux (*relevant*) de répondre à une question qui concerne la guerre, donc l'incertitude liée au problème pourrait être évaluée comme plus menaçante.

Un ensemble d'indices suggère donc qu'il existe une réaction émotionnelle liée au raisonnement et à la motivation d'engager des efforts délibératifs. Dans ce contexte, le cadre théorique de *l'appraisal* s'impose naturellement pour comprendre ce qui relève du domaine émotionnel. Cependant, si un *appraisal* plus général est à l'origine de cette émotion de doute, nous devrions pouvoir identifier plusieurs émotions de nature similaire apparaissant dans des situations analogues. Ces émotions devraient avoir une valence négative, une proximité avec l'incertitude et motiver l'utilisation de processus mentaux coûteux. Réaliser un état des lieux nous permet ainsi de mieux comprendre *l'effet que ça fait* de douter.

## **Phénoménologie comparée du doute**

Imaginez que vous rentriez à la maison après une longue journée de travail et que vous trouviez vos amis surgissant brusquement de derrière les meubles en criant « joyeux anniversaire ! » Cet événement inattendu interromprait le cours normal de vos actions et vous laisserait très probablement perplexe. Pour rétablir la continuité de votre expérience, vous essayeriez de relier la date d'aujourd'hui à ce fait inattendu. Vous pourriez ainsi ressentir un sentiment de surprise peu menaçant, qui sera rapidement résolu si aujourd'hui est vraiment votre anniversaire. Cependant, si le même scénario se produisait trois mois plus tard avec des personnes inconnues, vous sentiriez probablement une profonde confusion (une incertitude plus menaçante). Plusieurs intuitions pourriez expliquer la situation (peut-être : « ils se sont trompés de jour ou d'appartement » ou « je me fais cambrioler de manière particulièrement sadique »). Vous pourriez même ressentir une augmentation soudaine d'anxiété, jusqu'à ce que quelqu'un vous réponde (« c'est une surprise pour l'anniversaire de ton colocataire »).

Les différents états mentaux décrits dans l'exemple ci-dessus ont été provoqués par des situations déconcertantes qui interrompirent le cours attendu de nos actions. En cela, ils contiennent une forme de perplexité, c'est-à-dire un état d'incertitude et de « brouillard mental » (l'impression de ne pas savoir) associé à un certain niveau de menace. Dans les termes de la psychologie du raisonnement, ces situations sont de flagrantes inconsistances et potentiellement des échecs de l'intuition. Or, comme nous le défendons, la seule dimension cognitive ne suffit pas à expliquer l'engagement dans l'effort de réflexion. Comme nous l'avons vu précédemment, l'échec de l'intuition s'accompagne d'une réaction émotionnelle.

En fait, plusieurs états émotionnels semblent proches de ce que l'on entend par doute. Les états de surprise, de confusion ou d'anxiété pourraient être des formes de doute qui varient en termes du niveau de menace. Si ces états affectifs appartiennent réellement à une même catégorie, le doute, ils devraient partager des caractéristiques similaires. Plus précisément, ils devraient (1) naître d'une incongruence ou d'une rupture vécue au sein de l'interaction organisme-environnement, (2) avoir une valence négative, et (3) déclencher un raisonnement plus profond et demandant plus d'efforts, la délibération.

Dans cette phénoménologie comparée, nous rassemblons un ensemble d'indices issus de la littérature qui semblent pointer dans la même direction. Par leur nombre et leur cohérence, ces indices peuvent être considérés comme des preuves théoriques de l'existence du doute en tant qu'émotion motivant l'utilisation de la délibération. Les chapitres 2, 3 et 4 fourniront des observations empiriques.

### ***La surprise***

La surprise ne doit pas être confondue avec la nouveauté. Il est possible d'avoir le sentiment d'être confronté à quelque chose de nouveau sans en être surpris pour autant. Imaginez par exemple aller dans un nouveau cinéma. Même si l'emplacement, l'entrée et le reste de l'environnement sont effectivement nouveaux, l'expérience en tant que telle n'est pas surprenante si rien ne contredit nos prédictions (c'est-à-dire ce que nous nous attendons à rencontrer dans un cinéma).

Dans ce contexte, il est important de comprendre que la surprise est une émotion éphémère qui émerge en réponse à une situation où un fort contraste existe entre les attentes et la réalité (Teigen & Keren, 2003). Autrement dit, elle apparaît lorsqu'un nouveau stimulus est en décalage avec les schémas existants (*schema-discrepant* ; (Meyer et al., 1997). Des chercheurs suggèrent qu'elle survient en réponse au défi d'expliquer des événements inattendus (Foster & Keane, 2015) ou de réconcilier l'expérience actuelle avec les attentes antérieures (Keane & Maguire, 2006; Pezzo, 2003). Ces défis peuvent être attribués à l'incapacité du système cognitif à retrouver les intuitions appropriées nécessaires pour poursuivre une action normale dans de telles situations (Kahneman & Miller, 1986).

Étant donné que l'incohérence est désagréable (Hajcak, 2012; Hajcak & Foti, 2008; Topolinski et al., 2009), que la surprise est associée à l'interruption d'un plan d'action attendu (Horstmann, 2006), et que les gens préfèrent généralement la prévisibilité à l'incertitude (Gawronski & Strack, 2012; Mendes et al., 2007; Proulx et al., 2012), on peut en déduire que la surprise a une valence négative.

Notons que la surprise a également été considérée comme une émotion à valence positive (Fontaine et al., 2007; Valenzuela et al., 2010) ou neutre (Russell, 1980). Cependant, certains chercheurs ont avancé que la surprise, étant de courte durée et se résolvant rapidement, pourrait avoir été confondue avec l'émotion qui lui succède (par exemple, le soulagement ou la satisfaction ; voir Ekman, 1982; Noordewier & Breugelmans, 2013). Ainsi, en tenant compte des divers éléments de preuve discutés ici

et des résultats de plusieurs études (Noordewier et al., 2016; Noordewier & Breugelmans, 2013; Topolinski & Strack, 2015), nous suggérons, avec prudence, que la surprise est généralement associée à une valence négative.

Il existe également des preuves appuyant l'idée que la surprise motive les individus à délibérer. Par exemple, il a été montré que la surprise motive les individus à passer d'un état routinier à un état plus analytique et réfléchi (Strack & Deutsch, 2004). Il a également été suggéré que la surprise incite les individus à engager leur attention, à faire des efforts cognitifs plus coûteux et/ou à utiliser des stratégies de traitement plus profondes, afin de donner un sens à une situation inattendue (Meyer et al., 1991; Muis et al., 2015; Pezzo, 2003; Topolinski & Strack, 2015). Enfin, la surprise a été décrite comme un réglage cognitif (*cognitive tuner*) qui favorise la transition du raisonnement intuitif à la délibération (Bless, 2007; Deutsch & Strack, 2008; Schwarz, 2002). D'ailleurs, pour Daniel Kahneman, bien qu'il ne tire pas de conclusion sur le caractère émotionnel du processus, c'est bien la surprise qui est au cœur du passage du S1 au S2 (Kahneman, 2011). Enfin, une étude a exploré l'impact de la surprise sur le sentiment de difficulté et le temps de réponse dans les problèmes numériques (Touroutoglou & Efklides, 2010). Les résultats ont indiqué une corrélation positive entre la surprise et le sentiment de difficulté, qui à son tour était positivement corrélée avec les temps de réponse. Étant donné que le temps nécessaire pour répondre à un problème est un indicateur de l'engagement de la délibération (De Neys, 2006), ces données soutiennent également l'idée que la surprise favorise la délibération.

En somme, la surprise semble être une forme de doute faiblement menaçante. Elle constitue effectivement un état émotionnel négatif qui signale des incongruences dans l'interaction de l'organisme avec son environnement, telles que les échecs de l'intuition, et déclenche la délibération.

### ***La confusion***

La confusion « découle d'évaluations centrées sur l'information, visant à déterminer dans quelle mesure les informations reçues s'alignent sur les structures de connaissances existantes et s'il existe des incohérences ou d'autres contradictions dans le flux d'informations. » (D'Mello et al., 2014, p. 154). Au cœur de cette définition se trouve l'idée que la confusion est bien une réaction à un échec de l'intuition (en tout cas, jugée comme telle par les individus). Elle diffère de la surprise en ce qu'elle dure plus

longtemps, bien que les deux soient proches, la surprise pouvant conduire à la confusion (D’Mello & Graesser, 2012, 2014; Loewenstein, 1994; Vogl et al., 2019).

La confusion se caractérise par des expressions faciales spécifiques. Celles-ci ont notamment été explorées dans des études qui se sont concentrées sur l'activité du muscle *Corrugator Supercilii*, qui provoque le froncement de sourcils (Bitti et al., 2014; Durso et al., 2012). Grâce à une analyse détaillée à l'aide de la classification FACS (*Facial Action Coding System*) développée par Ekman et Friesen (1978), Bitti et al. (2014) ont constaté qu'une phrase telle que « Je ne suis pas certain de le savoir » est associée à des expressions faciales qui impliquent le soulèvement des sourcils intérieurs et extérieurs. Une phrase telle que « Je ne sais pas, mais je peux essayer de récupérer cette information... » est également associée à un abaissement des sourcils et à un resserrement des paupières (Bitti et al., 2014). Étant donné que le froncement des sourcils, par l'activation du *corrugator*, est lié à une faible confiance (Stepper & Strack, 1993), à des incongruités ou des obstacles (Cacioppo et al., 1986; Pope & Smith, 1994; Scherer & Ellgring, 2007; Smith, 1989) et à des conflits cognitifs (Berger et al., 2020; Lindström et al., 2013), il est probable que la confusion soit une émotion aversive à valence négative (Kool et al., 2010). De plus, comme l'a suggéré Darwin (1872), le fait de froncer les sourcils est également associé à une forme de pensée laborieuse provoquée par la rencontre d'un obstacle, de quelque chose de complexe ou de désagréable. Cela suggère que l'utilisation d'une même expression faciale peut être un signe d'effort cognitif, de rencontre de blocages ou d'incohérences, de délibération, de confusion et de sentiments négatifs, ce qui suggère également que ces différents éléments sont intrinsèquement liés.

De plus, la confusion est une émotion partagée qui peut être facilement identifiée. C'est ce que montre une étude dans laquelle des étudiants ont été invités à observer et à noter, au cours de leur vie quotidienne sur le campus, les situations dans lesquelles différentes expressions faciales se produisent dans divers contextes habituels. La confusion était l'émotion la plus fréquemment rapportée (14 % des observations, en première position *ex aequo* avec le bonheur ; Rozin & Cohen, 2003). L'étude a identifié cinq causes principales de confusion. Alors que quatre d'entre elles étaient liées à l'effort cognitif (et donc, potentiellement, à l'engagement de la délibération), un était lié aux expériences d'inconsistances (voir *tableau 1.1*). Ces résultats soutiennent bien l'idée que la confusion est associée à l'engagement de la délibération.

**Tableau 1.1**

*Répartition en pourcentage des observations de confusion entre différentes catégories situationnelles.*

Catégories	Pourcentage d'occurrences de confusion (arrondi)
Après une question	35.7%
Faisant ses devoirs/ Apprenant	27.3%
En classe/écoutant le professeur	19.1%
Quelque chose d'inattendu ou de bizarre	13.1%
Prendre une décision/ Planifier/ Penser	4.8%

*Note. Adapté de (Rozin et Cohen, 2003)*

Enfin, plusieurs études ont montré que le fait de froncer les sourcils, lors de la résolution d'un problème, augmente le temps de réflexion et le nombre de bonnes réponses face à des problèmes de raisonnement (Alter et al., 2007 ; Thompson et al., 2013). Cela suggère que le fait de froncer les sourcils reflète l'implication de la délibération (Gagnon et al., 2021). La confusion semble également bénéfique pour l'apprentissage (Craig et al., 2004; D'Mello & Graesser, 2012, 2014; Lehman et al., 2013; Lodge et al., 2018; Pekrun & Stephens, 2012; VanLehn et al., 2003; Vogl et al., 2019). Cela est cohérent avec l'idée que la confusion motive la recherche d'informations afin de sortir de l'état de doute. Dans les cours de mathématiques, la confusion semble bénéfique pour l'apprentissage par un traitement plus profond et la résolution des conflits cognitifs (Kapur, 2008; Kapur & Kinzer, 2009).

En résumé, il semblerait bien que la confusion soit aussi une émotion négative, surgissant dans les situations de blocage et favorisant la réflexion. En ce sens, elle est probablement une forme de doute plus puissante que la surprise et plus longue dans le temps.

### ***L'anxiété***

Dans cette section, nous discutons de l'anxiété d'état, qui est une émotion déclenchée par une situation, par opposition à l'anxiété-trait, qui est la prédisposition générale et stable d'un individu à réagir de manière anxieuse à des stimulus (Endler & Kocovski, 2001; Spielberger, 1966). Dans ce qui suit, par souci de brièveté, nous utiliserons le terme anxiété pour désigner l'émotion (anxiété d'état) et non la prédisposition (anxiété de trait).

L'anxiété est une émotion transitoire caractérisée par un arousal physiologique et des sentiments subjectifs d'appréhension, d'inquiétude et de tension (Spielberger, 1966). Contrairement à la peur, « l'objet de l'anxiété n'est pas un danger, mais un événement qui implique un danger possible et incertain » (Miceli & Castelfranchi, 2005, p. 294). L'anxiété déclenche un besoin de « contrôle épistémique », c'est-à-dire le besoin de sortir de l'incertitude et de rendre notre environnement à nouveau prévisible (Miceli & Castelfranchi, 2005).

Au cœur de l'anxiété se trouve donc l'idée d'incertitude. Quelque chose pourrait nous menacer, mais nous ne savons pas comment nous y adapter. Cette rupture dans l'interaction normale de l'individu avec son environnement est donc bel et bien de l'ordre d'un échec de l'intuition, puisqu'étant incapable de fournir une réponse simple et directe au problème potentiel. En effet, il n'y a aucune raison de ressentir de l'anxiété si nous répondons de manière fluide et automatique à notre environnement. À cet égard, il s'agit probablement d'une forme de doute excessif, car l'une des caractéristiques de l'anxiété est la difficulté (ou l'impossibilité) de trouver une solution au problème qui génère l'anxiété. La valence de l'anxiété est sans conteste négative (Endler et Kocovski, 2001 ; Spielberger, 1966).

L'anxiété (et la confusion) semble favoriser l'utilisation de la pensée critique (Muis et al., 2021), et un grand nombre d'études ont montré que l'anxiété sature la mémoire de travail et diminue la disponibilité générale des ressources cognitives (par exemple, Ashcraft & Kirk, 2001; Blanchette & Caparos, 2016; Channon & Baker, 1994; Darke, 1988; Derakshan & Eysenck, 1998; Kensinger & Corkin, 2003; Moran, 2016). L'anxiété ne doit donc pas être vue comme une pollution extérieure de la cognition, mais plutôt comme un déclencheur de la cognition qui accapare des ressources cognitives. On a également observé que, dans des situations politiques perçues comme anxiogènes (e.g. crise écologique), certaines personnes sont motivées à engager un raisonnement plus délibératif (Fernando et al., 2016; MacKuen et al., 2010; Valentino et al., 2008). L'émergence de pensées abstraites (sous-produit de la délibération) permet aussi d'atténuer les réponses somatiques liées à l'anxiété (Borkovec et al., 1993; Mathews, 1990).

En somme, l'anxiété est une forme de doute très fort, qui émerge lorsqu'un problème potentiel semble difficile à résoudre, voire est insoluble. Il est intéressant de noter que, dans le contexte d'une incertitude durable – lorsque notre intuition échoue mais que nous ne réussissons pas pour autant à

trouver une solution satisfaisante – l'expérience de l'anxiété devient de plus en plus insupportable et peut pousser les individus à préférer l'état dépressif associé à la certitude, plutôt que l'état anxieux associé à l'incertitude (Miceli & Castelfranchi, 2005). Cette constatation est cohérente avec l'argument selon lequel l'anxiété, et le doute en général, est des forces puissantes qui nous motivent à résoudre la situation d'inconsistance et l'engagement du raisonnement délibératif pour diminuer le doute.

En somme, après un examen approfondi des caractéristiques de la surprise, de la confusion et de l'anxiété, il apparaît que ces caractéristiques sont en phase avec l'idée que les échecs de notre intuition génèrent une réponse émotionnelle de nature désagréable. S'engager dans des réflexions plus profondes et plus réfléchies semble motivé par la volonté de se défaire de ces émotions aversives.

### ***Le cas spécifique de la curiosité.***

Lorsque l'on se penche sur la question de notre motivation à délibérer, une autre émotion que celles mentionnées ci-dessus semble également pertinente : la curiosité. Cette dernière déclenche des comportements exploratoires (Vogl et al., 2019) et peut être comprise comme le résultat soit d'une prédiction non réalisée (Gruber & Ranganath, 2019), soit d'un écart entre ce que nous savons et ce que nous voulons savoir, à savoir un manque d'information (Loewenstein, 1994). La curiosité semble fortement liée à la volonté d'engager des ressources cognitives, et donc de délibérer. Elle est d'ailleurs corrélée positivement à la confusion et à l'anxiété (Vilhunen et al., 2022).

Il existe deux types de curiosité (Litman, 2010, 2012) : alors que la curiosité d'intérêt (type I) se concentre sur la sensation de plaisir associée à la découverte de nouvelles idées, la curiosité de privation (type D) se concentre sur la sensation de déplaisir associée à un manque à combler sur un sujet. La curiosité de type D peut être liée à l'anxiété, ce qui laisse présager une valence négative (Hong et al., 2017). Par conséquent, la curiosité de type D est comparable à l'incertitude et au doute, a une valence négative et représente une motivation à raisonner (van Lieshout et al., 2021).

La curiosité de type I, en revanche, ne semble pas provoquer d'anxiété et « est liée au plaisir anticipé de découvrir des informations de nature plus décontractée, non essentielle, divertissante ou esthétiquement agréable, comme des potins juteux, une anecdote amusante ou une histoire divertissante ». (Litman, 2005, p. 799-800). En ce sens, la curiosité de type I est aussi une sensation de

privation, mais elle est suffisamment petite pour pouvoir être facilement surmontée en projetant le plaisir éprouvé en la satisfaisant.

### ***Synthèse***

Pour résumer, la surprise et la curiosité de type I sont des émotions qui apparaissent lorsqu'un échec de l'intuition est rapidement résolu. La confusion et la curiosité de type D sont des émotions négatives qui apparaissent lorsqu'un échec est plus difficile à contrer, mais qui peut être résolu. L'anxiété est une émotion négative qui survient lorsqu'un échec de l'intuition ne peut pas être résolu, ou seulement avec beaucoup de difficulté.

Dans la présente section, nous nous limitons à discuter la surprise, la confusion, l'anxiété et la curiosité. Nous notons cependant que d'autres émotions peuvent partager des caractéristiques similaires (telles que l'ambiguïté, l'inquiétude, le stress, ou la perplexité) et sont des variantes du concept général de doute. Le but de cette section était de documenter comment des émotions aux caractéristiques proches (c'est-à-dire, des réactions à des échecs de l'intuition et à valence négative) ont comme caractéristique d'augmenter l'utilisation d'énergie cognitive par des traitements plus profonds, analytiques et délibératifs de l'information. Ainsi, le terme de doute n'est pas une variation sémantique des termes *feelings of rightness*, *of error* ou *of wrongness*, ou de *response uncertainty* (Ackerman & Thompson, 2017; De Neys, 2022; Fernandez Cruz et al., 2016; Gangemi et al., 2015; Thompson et al., 2011). Il s'agit de l'affirmation qu'un processus de nature émotionnelle se situe au cœur de la délibération, et donc de la rationalité humaine.

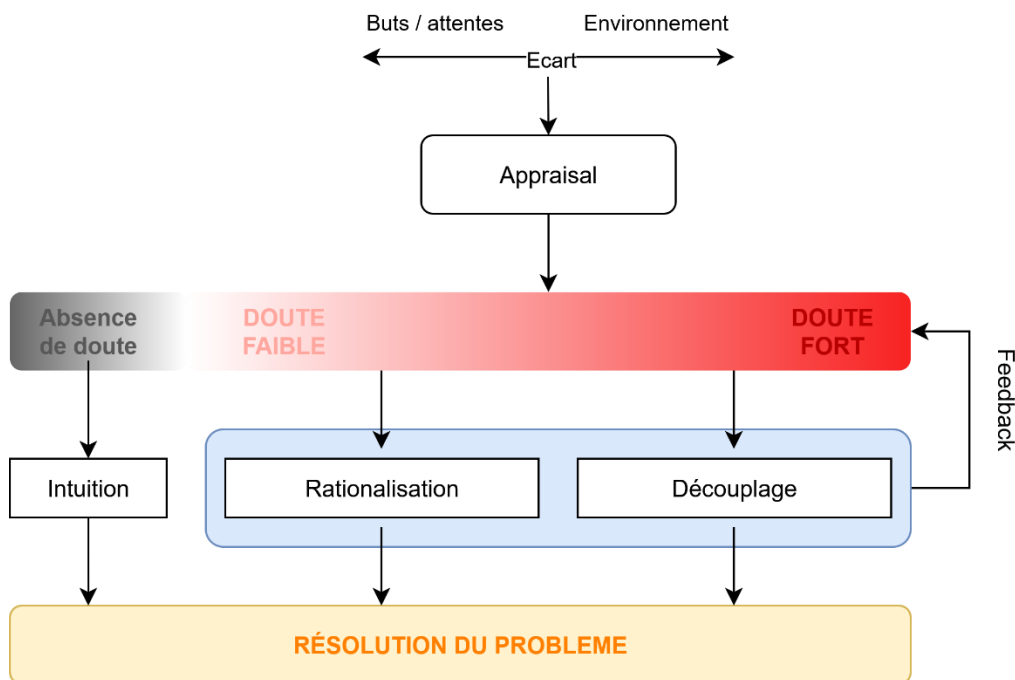
### **La relation doute/délibération**

La revue de la littérature des premières sections de ce chapitre suggère qu'il existe un lien entre une émotion négative et l'engagement d'un processus de raisonnement coûteux, la délibération. Avec cette thèse, notre objectif est de formuler un modèle cohérent qui fusionne ces deux perspectives et qui puisse être testé empiriquement. Le *Model of Aversive Doubt* (MAD) que nous proposons est donc une tentative de synthèse qui peut se résumer en cinq points clés :

1. Le doute décrit la réaction émotionnelle (subjective, physiologique et comportementale) liée à l'*appraisal* d'un échec de l'intuition (c.-à-d., présence d'une inconsistance) qui va à l'encontre des buts de l'individu.
2. Le doute est une émotion pouvant s'exprimer sous diverses formes (p. ex. surprise, confusion ou anxiété) et sur laquelle les jugements métacognitifs vont se fonder.
3. Une aversion au doute, lié à sa valence négative, nous motive à utiliser le raisonnement délibératif pour nous en défaire.
4. La force du doute a un impact sur le type de raisonnement délibératif qui est déclenché (rationalisation versus découplage ; voir ci-dessous).
5. La délibération fait baisser le niveau de doute.

**Figure 1.1**

*Le modèle de l'aversion au doute*



Les sections suivantes proposent une revue de la littérature concernant les points 4) et 5). Nous verrons qu'ils nécessitent des résultats expérimentaux pour confirmer leur pertinence.

### ***L'effet de la délibération sur le doute***

Plusieurs sources de données suggèrent que l'utilisation de la délibération fait baisser le niveau de doute. Par exemple, la mémoire de travail est essentielle au raisonnement et les compétences de mémoire de travail sont liées à la fois à la réduction des affects négatifs (Hendricks et Buchanan, 2016) et à un meilleur contrôle émotionnel (Schmeichel et al., 2008). Il fait également consensus que les stratégies de régulation émotionnelle comprennent des changements cognitifs (par exemple, la réévaluation ; Goldin et al., 2008 ; Gross, 1998), qui consistent à tenter délibérément de modifier le sens ou la pertinence d'un événement. Ces stratégies sont particulièrement efficaces pour modifier les situations anxieuses (Gross et Thompson, 2007). En fait, la difficulté à la réévaluation est l'une des principales explications des troubles anxieux (Campbell-Sills et Barlow, 2007). En effet, une large littérature montre que les personnes invitées à réévaluer cognitivement leur émotion rapportent systématiquement une diminution significative des émotions négatives (Dandoy & Goldstein, 1990; Gross, 1998; Keng et al., 2013; Wolgast et al., 2011 ; pour une méta-analyse, voir Webb et al., 2012).

Bien que ces exemples ne soient pas des raisonnements au sens strict, la délibération est nécessairement utilisée pour réinterpréter avec succès les événements (c'est-à-dire pour surmonter nos intuitions faibles sur une situation donnée). Il a été démontré que la réinterprétation émotionnelle nécessite d'ailleurs plusieurs processus cognitifs coûteux, notamment la mémoire de travail et l'inhibition (Gan et al., 2017; Hofmann et al., 2012; Ortner et al., 2016). Enfin, il est intéressant de noter que le CCA est également impliqué dans la réduction de l'affect négatif (Ochsner et al., 2002).

### ***Échecs de l'intuition, doute et délibération***

Dans la lignée de ce qui a été proposé dans de précédents modèles (De Neys, 2022 ; Pennycook et al., 2015 ; Thompson et al., 2011), notre modèle suppose également que la force du doute peut varier, en fonction de la force de l'échec de l'intuition, et que cette force influence le type de raisonnement délibératif qui est déclenché, à savoir la *rationalisation* (voir Wason & Evans, 1974) ou le *découplage* (Stanovich, 2004, 2009; voir Figure 1.1). Des évaluations liées à l'agentivité, le sentiment de contrôle et d'auto-efficacité, la pertinence du problème avec le *mindware*, les valeurs, la personnalité et les expériences affectives passées de l'individu rentreront en compte dans l'émergence de l'émotion de

doute. En résumé, tout phénomène jugé (*appraised*) comme perturbant la continuité de l'interaction entre un organisme et son environnement, c'est-à-dire la conscience d'un écart entre ce que l'on souhaite ou prévoit et la réalité, peut être considéré comme la source de l'émotion de doute. Les échecs de l'intuition sont particulièrement étudiés et importants dans le domaine de la psychologie du raisonnement. Nous allons donc nous concentrer sur les différentes formes de ces échecs. Cependant, il est important de souligner que ces exemples d'échecs ne constituent pas une liste exhaustive, il en existe d'autres.

De toute évidence, il existe des situations dans lesquelles les incohérences peuvent n'engendrer qu'un faible sentiment de doute. Par exemple, le raisonnement intuitif peut réussir à produire une intuition, mais qui n'est pas parfaitement intégrée dans notre système de croyances, qui émerge dans une situation d'incohérence perceptuelle ou de décalage entre les éléments et, par conséquent, qui prend du temps à émerger. Le raisonnement intuitif peut aussi produire deux intuitions, l'une plus forte que l'autre (De Neys, 2022 ; Pennycook et al., 2015). Ces deux situations (intuition faible et conflit déséquilibré entre deux intuitions) conduiraient toutes deux à des formes faibles de doute.

Lorsque le doute est faible, nous sommes peu motivés à dépenser des ressources cognitives et nous sommes amenés à utiliser la rationalisation, qui est un type frugal de raisonnement délibératif (Gigerenzer et al., 1999; Pennycook et al., 2015). La rationalisation vise à justifier (à l'aide d'un ensemble explicite d'arguments) une intuition déjà existante. La tendance à justifier et à confirmer nos croyances plutôt qu'à les réfuter est une stratégie bien connue de résolution de problèmes (Nickerson, 1998; Wason & Evans, 1974) et un biais cognitif qui a été observé dans de nombreuses études (Ball et al., 2003; J. S. B. T. Evans, 1996; Kunda, 1990; Wason, 1960). Ici, la délibération peut être efficace pour lever le doute en rationalisant l'intuition la plus forte déjà disponible. Ce faisant, il contribuera également à renforcer l'intuition déjà existante, réduisant ainsi le risque d'éprouver du doute à nouveau si la même situation se reproduisait à l'avenir.

Cependant, il existe des situations d'échecs qui peuvent produire des formes de doute plus fort. Par exemple, nous pouvons produire deux intuitions de force équivalente, générant ainsi un conflit cognitif équilibré (De Neys, 2022 ; Pennycook et al., 2015). Lorsque cela se produit, la délibération est utilisée pour découpler les deux intuitions, les évaluer et trouver des motifs pour choisir l'une plutôt que l'autre. Un tel découplage peut impliquer d'inhiber et de remplacer nos intuitions, et il peut soit renforcer

une intuition par rapport à l'autre, soit même conduire à la découverte d'une nouvelle réponse qui résout mieux le problème (Pennycook et al., 2015).

Un autre scénario possible est celui où aucune intuition ne se manifeste du tout. Dans une telle situation, il y a une forte incohérence, car il y a un arrêt total du cours des actions. Afin d'éviter de douter trop longtemps, nous allons utiliser les autres indices d'incohérences que les théories émotionnelles de *l'Appraisal* proposent (l'agentivité, l'auto-efficacité, le contrôle), mais aussi simplement nos besoins, envies et désirs au moment de la situation. Si nous concluons qu'il n'y a qu'une petite différence de qualité entre notre situation actuelle (non résolue) et la nouvelle situation (souhaitée), nous pouvons simplement abandonner ou mettre de côté le problème dans l'espoir de le résoudre plus tard dans de meilleures conditions, ce qui entraînera une baisse du niveau de doute. L'abandon (temporaire ou permanent) est une stratégie de résolution de problèmes, et « je ne sais pas » peut être une réponse satisfaisante dans certains contextes. Si trouver une solution est très important pour l'individu, nous ressentirons un fort sentiment de doute et évaluerons la situation comme étant très désavantageuse. Dans de tels cas, nous délibérerons et chercherons des informations supplémentaires, soit pour débloquer les intuitions existantes, soit pour créer de nouvelles connaissances afin de résoudre le problème de manière plus appropriée.

Nous rappelons ici la proposition au cœur de ce travail doctoral : les différents types d'échecs ne déclenchent le raisonnement que s'ils sont évalués comme problématiques et menaçants pour l'individu. Cette évaluation déclenche une réaction émotionnelle qui sert de motivation à engager le raisonnement délibératif coûteux. Cette motivation initiale est encadrée et contrôlée par les expériences antérieures et les jugements métacognitifs qui donnent du sens à l'expérience vécue.

Afin de remédier aux incohérences entre un organisme et son environnement, le cadre du MAD intègre une boucle de rétroaction allant du processus de délibération au sentiment de doute en passant par la réévaluation de la force de l'incohérence. En plus de générer des réponses, le raisonnement délibératif peut modifier la force de nos intuitions pour aider à dissiper le doute. Si nous concevons soudainement une idée qui est intégrée dans notre système de croyances d'une manière très satisfaisante, ou que nous voyons la situation avec un œil nouveau qui annihilerait l'incohérence, alors la force de l'intuition, aussi faible fût-elle, augmentera parce que la continuité avec le reste de nos croyances sera

restaurée. D'un conflit cognitif équilibré, nous pouvons tomber dans un conflit déséquilibré qui ne mérite pas une réflexion plus profonde, et nous acceptons notre intuition désormais renforcée. Cependant, le niveau de doute peut également augmenter, plutôt que diminuer. Dans le cas d'une absence d'intuition, mais que la résolution du problème est jugée de haute importance, la collecte de nouvelles informations peut finir par augmenter notre niveau de doute.

En résumé, selon le modèle proposé dans ce travail, la fonction du raisonnement délibératif – un processus coûteux et laborieux – est de fluidifier notre interaction avec l'environnement en fournissant des moyens de résoudre des situations non fluides. Selon le cadre que nous proposons, la délibération ne vise pas à fournir des réponses logiques ou des vérités. Son but est avant tout d'éliminer le doute et de minimiser la probabilité qu'un doute se reproduise à l'avenir dans une situation similaire.

### *Autres sources du doute*

La fonction du raisonnement a traditionnellement été résumée comme la capacité d'améliorer la cognition individuelle et de corriger nos erreurs intuitives (J. St. B. T. Evans & Over, 1996; Kahneman, 2003a; Sloman, 1996; Stanovich, 2004). Cependant, à la lumière de l'inefficacité de la délibération (J. St. B. T. Evans, 2007; Stanovich, 2009) et de l'efficacité de l'intuition (Bago & De Neys, 2019 ; Raelison et al., 2020 ; Thompson et al., 2018), certains ont fait d'autres hypothèses. Par exemple, il a été proposé que le but du raisonnement est de prédire ou de simuler l'avenir (Evans, 2010; Evans, 2011). Cependant, en l'état, cette idée n'explique ni les efforts que nous sommes prêts à faire pour engager la pensée délibérative, ni pourquoi elle entrerait soudainement en jeu.

Une autre idée est que nous utilisons la délibération pour motiver nos actions et contribuer ainsi à l'efficacité et à la fiabilité de la communication (Mercier & Sperber, 2011). Cela nous permettrait de préserver notre réputation parmi nos pairs, ce qui pourrait offrir un avantage évolutif. Les preuves à l'appui de cette théorie argumentative du raisonnement proviennent de l'observation que les participants sont mieux à même de raisonner en groupe que seuls. Selon Mercier et Sperber (2011), cela montre que la discussion et les contextes sociaux sont des domaines privilégiés et efficaces pour le raisonnement. Cependant, cette théorie ne fournit pas d'explication pour la transition du système 1 au système 2. Il est également intéressant de noter que le MAD peut aussi expliquer le phénomène de raisonnement facilité

en groupe. En effet, dans les situations sociales impliquant la discussion, nous sommes plus souvent confrontés au doute en raison de l'exposition constante à des contradictions de la part de nos pairs, mais aussi au jugement de ces derniers, à la volonté de préserver son ego, etc. Cela nous obligerait à réfléchir et potentiellement à devenir de meilleurs raisonneurs, parce que le contexte aurait un effet important sur nos *appraisals*. Pour être précis, selon l'idée défendue dans ce travail, le cadre de *l'Appraisal* permet de comprendre des situations où il existerait un conflit entre une croyance et une nouvelle information provenant de notre environnement (par exemple, venant de pairs durant une discussion). Ainsi, l'argumentation ou le débat de groupe (Mercier, 2016; Mercier et al., 2016; Mercier & Claidière, 2021), ou la découverte d'une erreur (Gangemi et al., 2015), susciteraient le doute et engageraient la délibération, à condition que la nouvelle information génère un conflit plutôt que d'annuler des croyances intuitives antérieures.

*L'appraisal* d'un écart entre but et situation peut, selon les sensibilités individuelles, aussi se rapporter à l'impression que des éléments sont en contradiction ou en opposition dans notre environnement. Certaines études expliquent les différences entre les problèmes conflits et les problèmes non-conflits non pas par la nature conflictuelle des intuitions générées, mais par le fait qu'il existe une contradiction entre les informations contenues dans les problèmes, ce qui a été appelé un « *mismatch* » (Ghasemi et al., 2022, 2023; Hayes et al., 2022; Meyer-Grant et al., 2023). Par exemple, un syllogisme de ce type a une structure incompatible, car il y a une incohérence entre la première et la dernière phrase :

Si les baleines peuvent nager (p), alors elles peuvent parcourir les océans (q).

Soit les baleines peuvent nager (p), soit elles peuvent parcourir les océans (q), mais pas les deux.

Par conséquent, les baleines ne peuvent pas nager. ( $\neg p$ ) (tiré de Ghasemi et al., 2023)

Les débats sur la question de savoir si le *mismatch* et/ou le conflit cognitif sont la cause des différences dans le traitement cognitif n'ont pas encore été résolus. Cependant, ce débat est orthogonal au modèle proposé dans ce travail. En effet, le MAD prédit que tout type d'incohérence (évalué comme menaçante) aura un impact sur le déclenchement du doute et favorisera ainsi le raisonnement délibératif.

Enfin, l'étude de Alter et al. (2007) démontre que les disfluences perceptuelles peuvent augmenter l'engagement dans la délibération. Bien que ces résultats n'aient pas été entièrement confirmés par Thompson et al. (2013), la réplication montre que les bons raisonneurs sont effectivement motivés à réfléchir davantage lorsque les exercices sont présentés avec des polices d'écriture difficiles à lire. Les résultats n'étant pas parfaitement clairs, il est important de rester prudent quant aux conclusions. Cependant, il est possible que des phénomènes perceptifs altérant la continuité de l'interaction des individus avec leur environnement puissent également être considérés comme des cas de discontinuités.

En somme, toute sorte de situations inconsistantes stimulent notre raisonnement. L'idée centrale est toujours la même : 1) une interaction avec notre environnement est évaluée comme allant à l'encontre de nos buts et 2) provoque du doute, ce qui 3) active la délibération jusqu'à ce que le doute soit éliminé.

### **La nouveauté du MAD**

L'introduction du paradigme de l'évaluation (*appraisal*) dans le champ du raisonnement et de la psychologie du *dual-process* engendre inévitablement une certaine tension théorique avec le cadre métacognitif dominant. Bien que ces deux approches soient liées à des processus évaluatifs, elles ne reposent pas sur les mêmes postulats fondamentaux ni sur le même champ d'application. Cela soulève une question centrale : les jugements métacognitifs doivent-ils être considérés comme une forme spécifique d'*appraisal*, ou constituent-ils une catégorie distincte d'évaluation ?

Dans le cadre proposé par Efklides (2008, 2011), la métacognition désigne des processus de haut niveau impliqués dans le contrôle et la régulation de l'activité cognitive. Un élément central de ce cadre est constitué par les expériences métacognitives – des ressentis subjectifs tels que la confiance, la difficulté ou l'incertitude ressentie pendant l'accomplissement d'une tâche. Ces expériences comportent souvent une composante affective, et certaines d'entre elles, notamment celles liées à la confiance ou à l'incertitude, recourent ce que l'on appelle parfois des « émotions épistémiques » (Pekrun & Stephens, 2012).

En réalité, l'évaluation (au sens du paradigme *appraisal*) comme la métacognition sont de nature évaluative et jouent un rôle essentiel dans la régulation de la cognition, de l'affect et du comportement. Toutefois, nous suggérons que la distinction clé réside dans leur domaine respectif d'évaluation : alors

que la métacognition porte principalement sur les processus cognitifs internes du sujet, la théorie de *l'appraisal* englobe une gamme plus large de jugements, incluant aussi bien des événements internes qu'externes, évalués en fonction des buts et des besoins du sujet.

Tout en reconnaissant l'intérêt de l'approche métacognitive, nous soutenons que la théorie de *l'appraisal* offre une explication plus complète des phénomènes pertinents au raisonnement, et ce pour trois raisons principales. Premièrement, considérons la conceptualisation du *Feeling of Rightness*. Ce dernier serait généré à partir d'indices, dont certains sont de nature affective. Par exemple, une intuition fluide peut produire un affect positif, lequel viendrait ensuite alimenter le sentiment que la réponse intuitive est correcte (Thompson et al., 2011). Dans cette perspective, le FOR est postérieur à *l'appraisal* de la fluidité et à la réaction affective qui en découle. L'expérience de fluidité est en elle-même évaluée comme conforme aux objectifs de l'individu, ce qui déclenche un signal affectif positif, utilisé pour construire le FOR. Vu sous cet angle, le modèle du FOR pourrait manquer d'économie explicative : l'émotion étant déjà présente, le FOR ne semble pas pertinent comme origine de la motivation à délibérer.

Deuxièmement, comme nous l'avons proposé précédemment, le doute peut être compris comme une émotion épistémique, selon la définition de Pekrun et Stephens (2012). Les émotions épistémiques sont vécues dans des contextes relatifs à la connaissance, et sont liées à des préoccupations épistémiques (Brun & Kuenzle, 2008; de Sousa, 2009; Morton, 2009). Elles incluent des émotions dites telles que la curiosité et la surprise (Izard, 1977), mais aussi la confusion (D'Mello & Graesser, 2012, 2014). Elles attirent l'attention sur des aspects critiques du traitement de l'information, tels que la nouveauté, les lacunes dans les connaissances antérieures, les conflits ou divergences entre les schémas cognitifs existants et les nouvelles informations, ou encore les interruptions du traitement cognitif provoquées par ces désaccords. En ce sens, même si les émotions épistémiques ne sont pas par définition des cognitions de second ordre, elles présentent une forte convergence avec les ressentis métacognitifs, et la nature de leur relation fait encore l'objet de débat (Nerantzaki et al., 2021). Il est probable que le doute que nous théorisons ici soit une émotion épistémique spécifique aux situations de disfluente dans l'interaction qu'un individu a avec son environnement qui empêche de traiter ce dernier de manière automatique, parce qu'il ne lui fournit pas ce qu'il désire.

Troisièmement, nous savons aussi que les individus peuvent être amenés à raisonner de manière délibérée pour une variété de raisons. Par exemple, ils peuvent le faire lorsqu'ils y sont simplement invités (Daniel & Klaczynski, 2006; Evans, 2010; Evans et al., 1994; Newstead et al., 1992; Vadeboncoeur & Markovits, 1999), lorsqu'ils savent qu'ils recevront un retour sur leurs réponses (Ball, 2013; Gambetti et al., 2020), lorsqu'ils sont en groupe (Maciejovsky & Budescu, 2007; Mercier & Sperber, 2011; Moshman & Geil, 1998), lorsqu'ils doivent argumenter (Mercier, 2016 ; Mercier et al., 2016 ; Mercier & Claidière, 2021), se confronter à d'autres ou exprimer un désaccord (Schulz-Hardt et al., 2006), lorsqu'ils anticipent qu'ils devront rendre compte de leurs décisions (Lerner & Tetlock, 1999), lorsqu'ils doivent justifier leur réponse ou qu'une incitation monétaire est en jeu (Isler et al., 2020; Isler & Yilmaz, 2023), ou encore lorsqu'ils voient des images illustrant l'activité de penser (comme *Le Penseur* de Rodin) ou lisent des mots associés à la pensée analytique (comme « analyser », « raisonner », « réfléchir », etc. ; Gervais & Norenzayan, 2012). Dans tous ces cas, c'est la situation elle-même qui est modifiée. Le changement de stratégie devrait donc découler d'un changement dans l'évaluation de la situation. Nous ne nions pas que la métacognition puisse jouer un rôle dans ces situations, mais il est difficile d'expliquer, dans ce cadre seul, comment elle motive l'engagement de ressources cognitives.

En somme, au vu des nombreuses données empiriques mettant en évidence des réactions émotionnelles lors du raisonnement (De Neys et al., 2010 ; Morsanyi & Handley, 2012 ; Purcell et al., 2023 ; Thompson & Morsanyi, 2012 ; Trippas et al., 2016), nous proposons que la littérature suggère de façon convaincante que le déclencheur du raisonnement délibératif est une émotion. Nous soutenons plus précisément que cette émotion est déclenchée par l'évaluation d'une incompatibilité entre l'environnement ou la tâche et les objectifs du sujet. Cette évaluation peut ensuite nourrir un jugement métacognitif. La nouveauté de cette proposition se décline en trois points :

- Les modèles actuels du raisonnement fondés sur la métacognition n'abordent pas le rôle fonctionnel des émotions, soit en les omettant (par exemple, De Neys, 2022), soit en les traitant uniquement comme des indices servant à construire le jugement métacognitif (par exemple, Thompson et al., 2011).

- Les données empiriques sur les réactions émotionnelles au cours du raisonnement – en particulier dans les situations favorisant la pensée délibérative – plaident pour l'intégration théorique d'une réponse émotionnelle dans le mécanisme qui déclenche la délibération.
- Certaines situations qui déclenchent la délibération ne peuvent être aisément expliquées par le cadre théorique métacognitif. L'inclusion dans le modèle d'une étape *d'appraisal* de la situation permet d'expliquer le déclenchement du raisonnement délibératif dans une plus grande variété de contextes.

### **Hypothèses et opérationnalisation**

Ce premier chapitre théorique avait pour objectif de poser les bases du modèle de l'aversion au doute (MAD). En s'appuyant sur la théorie de l'appraisal, nous proposons l'idée suivante : une émotion est déclenchée dans des situations de prise de décision ou de résolution de problème que nous percevons comme contraires à nos objectifs. Cette évaluation dépend en grande partie de l'intensité de la rupture de la continuité ou de la fluidité de notre interaction avec l'environnement.

Cette rupture peut se manifester sous différentes formes, telles qu'un échec de notre intuition (intuition faible ou conflit cognitif), une absence d'intuition, ou encore tout facteur incongru empêchant une action automatique, comme la dissonance ou les effets de mismatch. Elle est également influencée par des critères spécifiques de l'appraisal, tels que l'agentivité ou l'auto-efficacité.

L'émotion résultant de cette évaluation du niveau général de discontinuité, que nous qualifions de doute, motive l'engagement dans un processus délibératif. De plus, des jugements métacognitifs (comme le *Feeling of Rightness* ou l'incertitude dans la réponse), qui se construisent notamment à partir du doute, influencent et donnent sens à l'émotion ressentie. Ces processus permettent une réponse adaptée, avec un temps et des efforts alloués en fonction de la nature du problème à résoudre.

## Résumé du chapitre 1

Le principal objectif de ce chapitre était d'établir dans cette thèse une structure théorique cohérente, à la fois intégrée à la littérature en psychologie du raisonnement et en dialogue avec les modèles actuels du double processus. Notre modèle de l'aversion au doute prolonge les approches existantes qui expliquent le passage du Système 1 au Système 2 (De Neys, 2022 ; Pennycook et al., 2015 ; Thompson & Morsanyi, 2012), en ancrant la motivation à délibérer dans la reconnaissance de l'échec d'une intuition.

Dans ces modèles, cette reconnaissance repose sur une expérience métacognitive, telle que le *feeling of rightness*, le *feeling of wrongness*, la perception d'une erreur ou encore une incertitude dans la réponse. Notre première contribution a consisté à souligner l'ambiguïté de ces phénomènes en ce qui concerne leur charge affective. Nous avons montré que la littérature fournit de bonnes raisons de penser que ce type d'expérience relève de l'émotion, et que ce caractère émotionnel peut expliquer la motivation à activer un processus coûteux en ressources, désagréable et aversif.

Nous postulons ainsi que l'échec de l'intuition — c'est-à-dire l'incapacité du Système 1 à fournir rapidement une réponse adaptée à un problème donné — constitue une forme d'interaction non fluide entre l'organisme et son environnement. Or, la théorie des émotions fondée sur l'évaluation cognitive postule que ce type d'écart entre un but et la situation actuelle est la source même des émotions : plus cet écart est important, plus l'émotion est intense et de valence négative.

C'est à partir de cette idée que nous situons la naissance du doute : dans le processus d'*appraisal*. Plus l'écart perçu est grand, plus l'émotion ressentie est forte, et plus l'organisme se sent motivé à investir des ressources cognitives dans la délibération pour résoudre la situation et se débarrasser de l'émotion négative.

## Chapitre 2 : Du doute à la délibération

Ce chapitre est une traduction de l'article : Cortial, C., Prado, J., & Caparos, S. (2025). Reasoning does hurt: deliberation is associated with heightened levels of doubt. *Thinking & Reasoning*, 1–33. <https://doi.org/10.1080/13546783.2025.2531067> (voir la version originale en Annexe 3)

Abstract :

Human cognition involves two distinct processes: intuition and deliberation. While deliberation requires significant cognitive effort and is often resource-intensive, intuition occurs effortlessly. A key challenge for reasoning theories is to identify the triggers for deliberation. Some compelling theories suggest that deliberative processes are activated by a metacognitive experience of uncertainty; however, they struggle to incorporate findings that connect emotion with cognition. To assess the role of emotions in the transition from intuition to deliberation, we utilised problems designed to elicit such metacognitive experiences and measured emotional responses using a doubt scale, where doubt is defined as a negative valence emotional response resulting from discontinuous or incoherent situations. Study 1 aimed to examine the relationship between cognitive conflict and the emotional response of doubt. Study 2 explored the connection between doubt and deliberation through a two-response paradigm, where participants provided an initial response under time pressure and then gave a final response after deliberation. Our findings demonstrated that cognitive conflict is appraised as negative and triggers an emotional response of doubt, and that doubt is associated with increased engagement in deliberation.

Dans le chapitre 1, nous avons proposé l'hypothèse qu'une émotion négative, le doute, est susceptible d'être à l'origine de notre motivation à délibérer. Ce deuxième chapitre développe un travail empirique qui a pour objet, tout d'abord, de construire une mesure du doute qui intègre les dimensions de valence négative, de blocage à la suite d'interaction avec un élément incongru, et d'incertitude. Nous évaluons ensuite si cette mesure de doute est effectivement liée à un certain type d'inconsistance (le conflit cognitif) et à l'engagement du processus de raisonnement délibératif.

Un cadre théorique majeur en psychologie propose que le raisonnement humain fonctionne à travers deux systèmes distincts : l'intuition et la délibération (Epstein, 1994 ; Evans, 2006 ; James, 1890 ; Kahneman, 2003 ; Sloman, 1996 ; Stanovich & West, 2000). L'intuition représente une forme de raisonnement rapide et instinctive, tandis que la délibération correspond à une forme de raisonnement plus profonde et analytique, mobilisant des ressources cognitives importantes. Alors que la délibération a traditionnellement été considérée comme un mécanisme permettant de produire des réponses conformes aux principes logico-mathématiques, en corrigeant des intuitions heuristiques parfois illogiques, des observations récentes remettent en question cette vision et suggèrent que les intuitions peuvent également être logiquement fondées (Bago & De Neys, 2019; Raelison et al., 2020; Thompson et al., 2018). Le modèle dominant, qui présente souvent les intuitions comme défailtantes, biaisées ou irrationnelles, mérite donc d'être reconsidéré. Les intuitions pourraient constituer un outil efficace de résolution de problèmes (Gigerenzer et al., 1999) et, plus encore, elles pourraient suivre des règles logico-mathématiques et être qualifiées de « pleinement rationnelles ».

Malgré cette réévaluation récente du rôle des intuitions dans la pensée humaine (De Neys, 2022), il apparaît clairement que le raisonnement intuitif présente des limites. Par exemple, il peut ne pas être systématique (les intuitions ne viennent pas toujours à l'esprit), ne pas être suffisamment rapide (et donc apparaître incertain), ou ne pas être unique (plusieurs intuitions contradictoires peuvent entrer en compétition). Dans tous ces cas, le raisonnement intuitif semble échouer, nécessitant l'intervention du raisonnement délibératif (Ackerman & Thompson, 2017 ; De Neys & Pennycook, 2019).

Cependant, pour expliquer pourquoi les individus ont recours à la délibération, les modèles doivent également rendre compte du fait que ceux-ci cherchent souvent à l'éviter (David et al., 2024 ; Stanovich, 2011). Bien qu'il semble raisonnable de penser qu'un échec dans la résolution d'un problème devrait entraîner un changement de stratégie, de l'intuition vers la délibération, on peut néanmoins se demander pourquoi un échec intuitif devrait nous déranger. Il serait peut-être plus efficace de suivre la première intuition venue ou d'en choisir une au hasard lorsque plusieurs se présentent. Étant donné que la validité logique des intuitions ne permet pas de prédire de manière fiable laquelle sera choisie par un

individu (Frederick, 2005; Kahneman et al., 1982; Wason, 1968; Wason & Evans, 1974), nous économiserions de précieuses ressources cognitives et réagirions plus rapidement à notre environnement. Une explication distale de notre recours à la délibération, malgré son coût, peut être trouvée dans l'évolution : ignorer nos erreurs aurait fait de nous de mauvais candidats à la survie. Mais l'explication proximale — c'est-à-dire la manière dont cet avantage évolutif se manifeste dans l'organisme — reste encore à préciser. Si plusieurs modèles ont tenté de décrire le mécanisme à l'origine du passage de l'intuition à la délibération (De Neys, 2022; De Neys & Glumicic, 2008; Pennycook et al., 2015; Thompson et al., 2011), ils ne prennent que rarement en compte la dimension émotionnelle de ce basculement, un élément que nous considérons comme essentiel pour comprendre ce qui nous pousse à engager un processus désagréable et coûteux tel que la délibération (David et al., 2024).

En effet, pour expliquer pourquoi un organisme aurait recours à la délibération malgré sa tendance à l'éviter autant que possible, nous avons récemment proposé que le déclencheur du raisonnement délibératif soit un état émotionnel incarné et négatif, proche des sentiments d'anxiété, de surprise ou de confusion (Cortial et al., 2025a). Nous avons nommé cette manifestation émotionnelle « le doute », à la suite des philosophes pragmatistes John Dewey et Charles S. Peirce (Dewey, 1910 ; Peirce, 1877). Le doute est une émotion négative provoquée par une perturbation perçue dans l'interaction automatique de l'individu avec son environnement. Dans ce chapitre, nous utilisons le terme « doute » comme un terme générique englobant un ensemble d'émotions apparentées, toutes caractérisées par une valence négative, une origine situationnelle discordante ou perturbée, et une tendance à favoriser la délibération (la surprise incite à l'usage de processus cognitifs plus coûteux : Meyer et al., 1991 ; Muis et al., 2015 ; Pezzo, 2003 ; Topolinski & Strack, 2015 ; la confusion favorise l'apprentissage : Craig et al., 2004 ; D'Mello & Graesser, 2014 ; VanLehn et al., 2003 ; Vogl et al., 2019, 2020 ; et l'anxiété stimule une réflexion plus approfondie : Moran, 2016; Vazard, 2021, 2022).

Notre proposition s'enracine dans la théorie de l'évaluation cognitive des émotions (Appraisal Theory ; Moors et al., 2013 ; Scherer & Moors, 2019). Selon ce cadre théorique, les émotions résultent de l'évaluation de la compatibilité d'un stimulus avec les buts de l'individu. Plus un événement contredit les objectifs personnels, plus la réponse émotionnelle sera intense et négative, et inversement (Frijda, 1986 ; Lazarus et al., 1970 ; Moors & Fischer, 2019 ; Parkinson & Manstead, 1992 ; Reisenzein, 2001 ;

Roseman, 1984 ; Smith, 1989 ; Smith & Lazarus, 1990). Lorsqu'une intuition échoue, elle rompt la fluidité de notre interaction avec le monde, et cet échec déclenche une réponse émotionnelle nous incitant à agir pour restaurer la cohérence à travers la délibération. Cette perspective se distingue des modèles récents fondés sur un cadre métacognitif, selon lesquels une intuition faible générerait un faible sentiment de justesse (Feeling of Rightness, FOR ; Thompson et al., 2011), un fort sentiment d'erreur (FOE ; Fernandez Cruz et al., 2016 ; Gangemi et al., 2015), un fort sentiment d'inexactitude (FOW ; Ackerman & Thompson, 2017), ou une forte incertitude de réponse (RU ; De Neys, 2022). Ces modèles ne conceptualisent généralement pas le déclencheur de la délibération comme étant de nature émotionnelle.

Une question centrale, selon nous, concerne le rôle de l'émotion dans les expériences métacognitives telles que le FOR. Placé dans un cadre métacognitif, le FOR n'est pas en soi une évaluation au sens de la théorie de l'évaluation cognitive des émotions, et ne peut être assimilé à une réponse émotionnelle. D'après cette théorie, lorsqu'un organisme évalue une situation – par exemple comme fluide ou non fluide – cette évaluation peut susciter une réaction émotionnelle. Les réponses métacognitives comme le FOR apparaîtraient à un stade ultérieur, servant à interpréter ou à réguler le signal motivationnel. Dans le cas du raisonnement, l'affect négatif déclenché par une intuition faible peut agir comme un signal pour reconsidérer la situation et mobiliser davantage de ressources cognitives.

En résumé, nous proposons qu'un modèle plus complet du raisonnement situe le FOR ou le RU comme une évaluation cognitive de l'échec intuitif, qui s'appuie sur le signal émotionnel du doute pour amorcer la pensée délibérative. La présente étude vise à tester la pertinence du cadre de l'évaluation cognitive dans le domaine du raisonnement. Elle pourrait permettre d'expliquer pourquoi les individus s'engagent dans un raisonnement délibératif coûteux lorsque le raisonnement intuitif échoue. Pour simuler des situations dans lesquelles le raisonnement intuitif est sous-optimal, on peut utiliser des problèmes de raisonnement susceptibles de générer des intuitions conflictuelles (De Neys et al., 2010; Sá et al., 1999). Prenons, par exemple, le problème suivant :

Tous les primates ont des jambes.

Les humains ont des jambes.

Donc, les humains sont des primates.

Bien qu'à première vue l'argument semble logique, la conclusion « les humains sont des primates » ne découle pas logiquement des prémisses (les primates ne sont pas les seuls à avoir des jambes ; les oiseaux en ont aussi, par exemple). Il s'agit d'une forme fallacieuse de raisonnement appelée affirmation du conséquent. Pourtant, les individus peuvent être enclins à valider la conclusion, car elle est crédible. Autrement dit, il y a un conflit entre la crédibilité de la conclusion et la validité logique de l'argument (Evans et al., 1983). Fait intéressant, les participants qui acceptent cette conclusion tendent à rapporter une moindre confiance (ou une plus grande incertitude) que dans des problèmes où crédibilité et logique ne sont pas en conflit. Cela suggère que le conflit a bien été détecté (Bago & De Neys, 2019; Botvinick, 2007; De Neys, 2012, 2022; De Neys et al., 2008, 2010; De Neys & Glumicic, 2008; De Neys & Pennycook, 2019; Pennycook et al., 2015). Dans cette étude, nous testons l'hypothèse selon laquelle l'évaluation du produit du raisonnement intuitif n'est pas uniquement cognitive, mais repose également sur une réponse émotionnelle. La nature négative de cette réponse expliquerait notre motivation à initier une réflexion délibérative, dans le but de supprimer l'état émotionnel négatif lié à l'échec de l'intuition. En somme, les deux hypothèses testées dans ce travail sont les suivantes : (1) les échecs intuitifs provoquent non seulement un jugement cognitif de second ordre sur la confiance accordée à la réponse, mais également une évaluation plus large conduisant à une réponse émotionnelle appelée doute ; (2) la présence de cette émotion négative incite les individus à engager un raisonnement délibératif.

Dans l'étude 1, nous avons demandé aux participants d'évaluer la validité logique de syllogismes dont les conclusions pouvaient être cohérentes ou non avec leurs croyances. Les participants devaient répondre sous pression temporelle afin de favoriser l'usage du raisonnement intuitif. Nous avons introduit une mesure subjective du doute et examiné son lien avec la performance des participants, ainsi que son association avec l'anxiété d'état. Dans l'étude 2, nous avons évalué si le doute déclenche la délibération à l'aide d'un paradigme en deux temps de réponse (Thompson et al., 2011). Celui-ci permet de distinguer les réponses intuitives des réponses délibérées. Les participants répondaient d'abord à un problème de raisonnement sous contrainte de temps (première réponse « rapide »), limitant ainsi la mobilisation de la délibération. Ils répondaient ensuite à nouveau au même problème avec tout le temps nécessaire (seconde réponse « lente »), ce qui leur permettait de délibérer. Nous avons utilisé

trois indices de délibération : le nombre de changements de réponse entre la première et la deuxième présentation du problème (Evans & Stanovich, 2013 ; Kahneman, 2011), le temps de réponse associé à la seconde réponse (des temps plus longs indiquant une implication plus probable de la délibération ; Thompson et al., 2011), et l'auto-évaluation par les participants de leur engagement ou non dans un raisonnement délibératif. Nos hypothèses étaient les suivantes : (1) les problèmes conflictuels génèrent davantage de doute que les problèmes non conflictuels ; (2) il existe une relation positive entre le doute ressenti et l'engagement dans la délibération.

## ÉTUDE 1

### Méthode

#### *Préenregistrement*

Le plan d'étude, la question de recherche et les analyses ont été préenregistrés sur Open Science Framework (<https://osf.io/v3pq5>)

#### *Participants*

Les participants étaient des étudiants de l'Université Clermont-Auvergne recrutés par mail, à l'aide d'une liste de diffusion couvrant l'ensemble du vivier d'étudiants et de salariés de l'université. Au total, 620 participants francophones ont pris part à l'expérience. Au total, 46 personnes ont été exclues des analyses parce qu'elles ont échoué au test d'attention intégré à l'expérience (voir ci-dessous). Par conséquent, un échantillon de 574 participantes a été inclus dans les analyses (390 femmes, âge moyen :  $M = 20,8$  ans,  $ET = 5,09$ ).

Le niveau d'éducation a été recueilli pour tous les participants. La plupart d'entre eux ont déclaré avoir terminé leurs études secondaires ( $n = 448$ ), tandis que d'autres ont déclaré avoir terminé des études de premier cycle ( $n = 99$ ), des études supérieures ( $n = 25$ ) ou seulement des études primaires ( $n = 2$ ).

Étant donné que nous n'avions jamais utilisé notre mesure du doute auparavant, nous avons anticipé que la différence de doute entre les problèmes conflits et les problèmes sans conflit pourrait être faible. Les calculs de puissance effectués avec G\*Power (version 3.1.9.7) ont indiqué qu'un minimum de 620 participants serait nécessaire pour détecter une taille d'effet de  $d = 0,1$  avec une puissance de 80 % dans un test-t apparié ( $p = 0,05$ ). Par conséquent, nous avons cessé de collecter des données lorsque nous avons atteint cette taille d'échantillon.

#### *Matériel*

##### *Syllogismes*

Les participants ont été invités à résoudre des syllogismes construits à l'aide des versions catégorielles de deux inférences conditionnelles. Le premier était équivalent au *Modus Ponens* (Si P

alors Q, P est vrai, donc Q est vrai), et le second était équivalent à *l’Affirmation du Conséquent* (Si P alors Q, Q est vrai, donc P est vrai).

Chaque problème comportait une prémisse majeure (par exemple, « Tous les véhicules ont des roues »), une prémisse mineure (par exemple, « Les bateaux sont des véhicules ») et une conclusion (par exemple, « Par conséquent, les bateaux ont des roues »). On a demandé aux participants d’évaluer si la conclusion de chaque problème découlait logiquement des deux prémisses (qu’ils devaient considérer comme vraies, quel que soit leur degré de croyance en elles). Le format suivant a été utilisé pour (1) les problèmes valides dont la conclusion suivait logiquement et (2) les problèmes invalides dont la conclusion ne suivait pas logiquement :

(1) Tous les véhicules ont des roues.

Les bateaux sont des véhicules.

Par conséquent, les bateaux ont des roues.

*La déclaration finale découle-t-elle logiquement des deux premières ?*

(2) Tous les félins peuvent marcher.

Les chats peuvent marcher.

Par conséquent, les chats sont des félins.

*La déclaration finale découle-t-elle logiquement des deux premières ?*

Douze syllogismes ont été présentés. Ils ont été tirés des travaux de Boissin et al. (2023) et traduits en français (voir la liste complète des problèmes en annexe). La moitié des problèmes impliquaient des conflits, où la validité logique et la crédibilité ne s’alignaient pas, tandis que l’autre moitié étaient des problèmes non-conflits, où la validité logique et la crédibilité s’alignaient (voir le tableau 2.1).

**Tableau 2.1***Exemples de problèmes*

	Crédible	Non crédible
Logique	Toutes les fleurs ont besoin d'eau. Les roses sont des fleurs. Par conséquent, les roses ont besoin d'eau.	<b>Tous les véhicules ont des roues.</b> <b>Les bateaux sont des véhicules.</b> <b>Par conséquent, les bateaux ont des roues.</b>
Illogique	<b>Tous les mammifères peuvent marcher.</b> <b>Les vaches peuvent marcher.</b> <b>Par conséquent, les vaches sont des mammifères.</b>	Tous les oiseaux peuvent voler. Les avions peuvent voler. Par conséquent, les avions sont des oiseaux.

*Note : Les problèmes conflict sont en gras.*

### **Échelle de doute**

Après avoir répondu à chaque syllogisme, les participants ont indiqué s'ils avaient éprouvé du doute lors de la résolution du problème, en évaluant les cinq énoncés suivants : « Je me sentais confus », « Je me sentais bloqué », « J'avais l'impression que le problème me poussait à réfléchir davantage », « J'ai ressenti du doute », « J'ai trouvé la réflexion désagréable », à l'aide d'une échelle de Likert à quatre options (c'est-à-dire « pas du tout », « pas vraiment », « un peu » et « tout à fait »).

Les énoncés ont été choisis sur la base des dimensions théoriques de l'émotion du doute. En conséquence, nous avons cherché à mesurer l'*appraisal* émotionnel des participants. Ce dernier statuant si la situation vécue s'aligne avec les objectifs de l'individu ou non. Pour ce faire, nous avons demandé aux participants s'ils se sentaient bloqués (c'est-à-dire « Je ne peux pas faire ce que je veux faire ») et s'ils avaient besoin de réfléchir davantage (c'est-à-dire « Je dois changer la situation »).

De plus, nous avons intégré une évaluation de la valence perçue de la situation (c'est-à-dire le « désagrément ») et de l'expérience subjective de l'émotion, à savoir le « doute » et la « confusion ». L'échelle de doute a montré une bonne cohérence interne ( $\alpha$  de Cronbach = 0,88).

Pour chaque participant et chaque problème, nous avons calculé un score de doute en faisant la moyenne des scores des cinq éléments et en le transformant en pourcentage. Nous avons ensuite calculé le score moyen de doute pour les problèmes conflits et le score moyen pour les problèmes non-conflits.

### ***Échelles***

À la fin de l'expérience, les participants ont rempli un questionnaire sur l'anxiété, en utilisant une version réduite à 5 items de la *State-Trait Anxiety Inventory* (STAI) mesurant l'anxiété d'état (Zsido et al., 2020 ; Cronbach  $\alpha = 0,91$ ). Les participants ont évalué leur accord avec cinq énoncés sur la façon dont ils se sentaient (« contrarié », « effrayé », « nerveux », « nerveux » et « confus »), encore une fois à l'aide d'une échelle de Likert à 4 options pour chaque élément (« fortement en désaccord », « plutôt en désaccord », « plutôt d'accord » et « tout à fait d'accord »). Pour chaque participant, nous avons calculé un score moyen d'anxiété d'état et l'avons transformé en pourcentage. Notre utilisation de l'échelle démontre une bonne cohérence interne,  $\alpha$  de Cronbach = 0,71.

Les participants ont également rempli une version réduite de l'échelle de *Need For Cognition* (NFC ; Chiesi et al., 2018) qui évalue la tendance personnelle des participants à s'engager et à apprécier des activités cognitives coûteuses en énergie, à l'aide d'une échelle de Likert à 10 items avec 5 choix de réponse pour chaque item (« Pas du tout », « Un peu », « Modérément », « Beaucoup » et « Complètement »). Voici quelques exemples d'éléments : « Je préfère les problèmes complexes aux problèmes simples », « J'aime avoir la responsabilité de gérer une situation qui nécessite beaucoup de réflexion » ou « Penser n'est pas mon idée du plaisir ». Bien que Chiesi et al. (2018) aient rapporté un  $\omega$  de McDonald allant de 0,76 à 0,90, suggérant une très bonne cohérence entre les éléments, dans notre étude, cette échelle semblait montrer une faible cohérence, Cronbach  $\alpha = 0,46$ , c'est pourquoi nous avons décidé de ne pas rapporter les résultats liés à cette échelle ici (mais des analyses des résultats en relation avec cette échelle peuvent être trouvées en annexe).

### ***Procédure***

L'expérience a été menée en ligne à l'aide de l'outil OpenSesame (Mathôt et al., 2012) soutenu par Jatoss et hébergé sur MindProbe, serveur libre créé par la *European Society for Cognitive Psychology*.

Les participants ont été informés que l'étude durerait environ 10 minutes. Ils ont reçu l'ordre de s'isoler dans un environnement calme et sans distraction. Les instructions expliquaient que les participants devaient évaluer si les problèmes de raisonnement étaient logiquement valides ou non, sous pression temporelle et en utilisant leur intuition (voir la description complète des instructions en annexe).

Après avoir lu l'ensemble des instructions, les participants ont été confrontés à un problème d'entraînement. On leur a ensuite présenté 12 problèmes. Les problèmes conflits et non-conflits ont été présentés dans un ordre pseudoaléatoire (voir en annexe). Pour chaque essai, le contenu complet du problème (composé de deux prémisses et d'une conclusion) et les deux choix de réponse (« logiquement valide » et « logiquement invalide ») ont été présentés en une seule fois. Les participants avaient 10 secondes pour répondre après l'apparition du problème. Notez que le temps de présentation du problème a été sélectionné à la suite d'un prétest informel, montrant que 10 secondes étaient suffisantes pour que les participants soient capables de lire et de répondre au problème. Au bout de 10 secondes, le problème a disparu et a été remplacé par l'échelle de doute à 5 éléments, qu'une réponse ait été donnée ou non. Les participants pouvaient prendre tout le temps nécessaire pour compléter l'échelle de doute, après quoi un autre problème était présenté. Au milieu des 12 essais (chaque essai consistant en un problème suivi d'une échelle de doute), un test d'attention a été présenté de manière aléatoire. Les participants ont été invités à cocher la 7<sup>e</sup> case d'un panneau de 10 cases. Les participants ont été exclus de l'analyse s'ils échouaient à ce test d'attention. Enfin, après le test d'attention, les participants ont rempli les échelles NFC et STAI et ont répondu à un court questionnaire sociodémographique.

### ***Éthique***

L'étude a été approuvée par le Comité d'éthique de l'Université Clermont-Auvergne (IRB00011540-2023-17).

### ***Analyse des données***

Les données ont été traitées à l'aide de Python et de la librairie Pandas (code disponible en annexe). Pour chaque participant, nous avons calculé le nombre total de réponses logiques (min=0, max=6) aux problèmes non-conflits et aux problèmes conflits. Notez qu'une absence de réponse ou une

réponse non logique a été considérée comme une erreur. Étant donné le faible nombre de données manquantes (6,96 %), la suppression des essais dans lesquels il y avait une réponse manquante dans le calcul des taux d'erreur n'a pas affecté les résultats et n'a pas modifié les conclusions de l'étude.

Les distributions de tous les scores pertinents (nombre de réponses logiques ; niveau de doute ; score à la STAI) ne suivaient pas une distribution normale. Par conséquent, nous avons utilisé des tests statistiques non paramétriques.

## Résultats

Dans cette section, nous commençons par décrire les résultats des analyses préenregistrées avant de passer aux analyses exploratoires.

### *Analyses préenregistrées*

Comme on pouvait s'y attendre, les participants ont été globalement très performants lorsqu'ils ont répondu aux problèmes non-conflits, avec une moyenne de 5,11 réponses logiques sur 6 ( $ET = 1,06$ ). Cela confirme que les participants ont bien compris la tâche. En revanche, les participants étaient beaucoup moins précis sur les problèmes conflits, avec une moyenne de 1,38 réponse logique sur 6 ( $ET = 1,45$ ). Un test de rang signé de Wilcoxon comparant le nombre de réponses logiques dans les problèmes conflits et non-conflits a montré une différence significative entre les deux conditions,  $W = 86$ ,  $p < 0,001$ ,  $r = 0,99^3$ .

Une hypothèse importante de cette étude était que les participants éprouveraient généralement plus de doute avec les problèmes conflits qu'avec les problèmes non-conflits. C'était le cas. Le niveau moyen de doute était significativement plus élevé pour les problèmes conflits ( $M_{conflit} = 21,41$ ,  $SD_{conflit} = 16,44$ ) que pour les problèmes non-conflits ( $M_{non-conflit} = 15,44$ ,  $SD_{non-conflit} = 14,67$ ),  $W = 26795$ ,  $p < 0,001$ ,  $r = 0,63$  (voir Tableau 2.2).

---

<sup>3</sup> La taille d'effet  $r$  dans le test de Wilcoxon mesure l'amplitude de la différence entre deux groupes. Contrairement au coefficient de Pearson, il est utilisé pour les tests non paramétriques, mais il est interprété de la même manière (où  $r = 0,10$  est considéré comme petit,  $r = 0,30$  est considéré comme moyen et  $r > 0,50$  est considéré comme grand).

**Tableau 2.2**

*Moyennes du doute et du nombre de réponses logiques en fonction de la condition conflit.*

		Moyenne (SD)
Nombre de réponses logiques	Conflit	1.38 (1.45)
	Non-Conflit	5.11 (1.06)
Doute (%)	Conflit	21.41 (16.44)
	Non-Conflit	15.44 (14.67)

De plus, un test de corrélation de Spearman a montré que le niveau moyen de doute pour un problème conflit était positivement lié au nombre de réponses logiques pour ces problèmes ( $\rho = 0,13$ ,  $p = 0,002$  ; voir tableau 2.3). Enfin, le niveau moyen de doute provoqué par les problèmes conflits était lié au niveau d'anxiété d'état rapporté à la fin de l'expérience,  $\rho = 0,31$ ,  $p < 0,001$ .

**Tableau 2.3**

*Corrélations de Spearman entre doute, réponses logiques et anxiété d'état.*

		Doute		Anxiété d'état
		Non-conflit	Conflit	
Anxiété d'état		.35 ***	.33***	–
Nombre de réponses logiques	Non-conflit	-.29 **	–	-.11*
	Conflit	–	.11*	-.07

*Note.* \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

### ***Analyses exploratoires***

Tout d'abord, nous nous sommes concentrés uniquement sur les réponses *belief-driven*. Ce sont les réponses qui faisaient correspondre exactement la crédibilité du problème avec son caractère logique. Elles étaient donc correctes dans les essais non-conflits et incorrectes dans les essais conflits. Nous avons testé si les gens doutaient davantage dans la condition conflit que dans la condition de non-conflit, bien qu'ils aient donné la réponse intuitive attendue dans les deux conditions. Après avoir exclu certains participants de l'analyse parce qu'ils n'avaient pas de réponse fondée sur la croyance dans l'une ou les deux conditions, l'analyse a été menée sur un sous-ensemble de  $N = 539$  participants. Comme prévu, le

doute est demeuré plus élevé dans les problèmes conflit ( $M = 21,2$ ,  $ET = 20$ ) que dans les problèmes non-conflits ( $M = 10,2$ ,  $ET = 13,7$ ) dans ce sous-ensemble de participants. Un test de Wilcoxon a montré que la différence était significative,  $W = 87336$ ,  $p <,001$ ,  $r = 0,74$ .

Bien que nous ayons prédit qu'il y aurait une relation entre le niveau de doute et le nombre de réponses logiques, nous n'avons pas fait de prédiction spécifique concernant la forme de cette relation. Ici, nous avons examiné si la relation observée était linéaire ou non linéaire. Nous avons séparé les participants en 7 groupes (voir tableau 2.4), en fonction de leur nombre de réponses logiques dans la condition conflit (min = 0, max = 6). Une ANOVA non paramétrique de Kruskal-Wallis utilisant le groupe de performance comme variable indépendante a montré que le niveau moyen de doute dans la condition conflit variait en fonction du nombre de réponses logiques des participants,  $\chi^2(6) = 14,8$ ,  $p = 0,021$ ,  $\epsilon^2 = 0,026$ . Une analyse de contraste a, en outre, montré que cette dernière relation était mieux expliquée par une fonction quadratique,  $t(567) = -2,32$ ,  $p = 0,021$  (voir Figure 2.1).

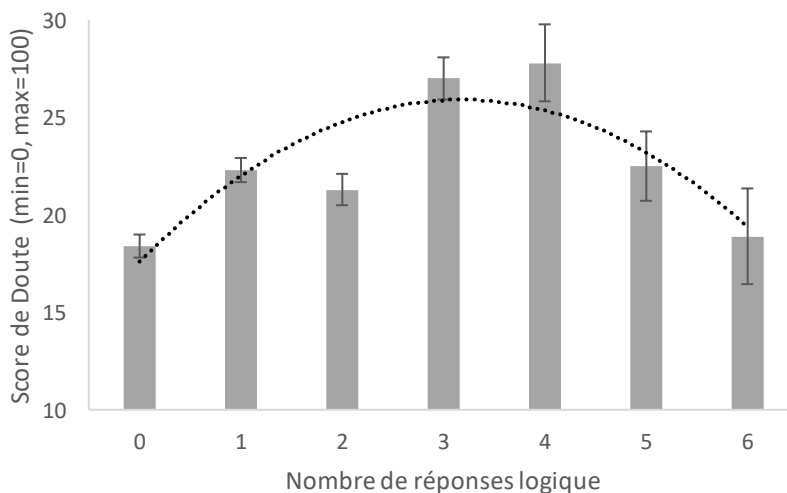
**Tableau 2.4**

*Nombre de participants dans chaque groupe de performance*

Groupes de performance (nombre de réponses logiques dans la condition conflit)	0	1	2	3	4	5	6
N	191	174	103	57	17	21	11
(%)	(33%)	(30%)	(18%)	(10%)	(3%)	(4%)	(2%)

**Figure 2.1**

*Niveau de doute en fonction des groups de performances*



## Discussion

L'objectif de l'expérience 1 était de tester l'hypothèse selon laquelle les participants éprouvent une émotion négative, le doute, lorsqu'un problème de raisonnement génère un conflit cognitif, par exemple lorsque des croyances antérieures entrent en conflit avec la validité logique (De Neys, 2012, 2017 ; De Neys et Pennycook, 2019). Dans ce sens, nous avons utilisé des syllogismes dans lesquels la conclusion était soit cohérente, soit incompatible avec les croyances antérieures, et était soit logique, soit illogique. Nous avons mesuré le niveau de doute ressenti après la présentation de chaque syllogisme.

Conformément à la littérature, les participants ont donné moins de réponses logiques aux problèmes conflits qu'aux problèmes non-conflits, montrant un effet de biais de croyance lors de l'évaluation de la validité logique d'une conclusion de problème (Evans et al., 1983 ; Evans et Pollard, 1990). En outre, le niveau de doute était plus élevé pour les problèmes conflits que pour les problèmes non-conflits, et cela était vrai même lorsque l'on se concentrait uniquement sur les réponses fondées sur la croyance. Cette dernière constatation est cohérente avec l'idée que les participants peuvent détecter (dans une certaine mesure du moins) quand deux intuitions contradictoires émergent (l'une logique et l'autre basée sur la croyance ; De Neys, 2012 ; De Neys & Bonnefon, 2013). Ce conflit cognitif entraînant une augmentation du doute.

Il est intéressant de noter que les participants qui ont donné peu ou beaucoup de réponses logiques ont éprouvé moins de doutes que les participants de la gamme moyenne. Il est possible que les participants aux deux extrêmes aient ressenti un niveau inférieur de conflit entre les intuitions et aient pu simplement se fier à leur intuition dominante (intuition basée sur la croyance pour les participants au bas de l'échelle, et intuition logique pour les participants au haut de l'échelle ; Bago et De Neys, 2019 ; Raelison et al., 2020 ; Thompson et al., 2018). À l'inverse, les participants qui ont donné un nombre intermédiaire de réponses logiques (c'est-à-dire avec un niveau de précision moyen) ont peut-être connu un conflit plus fort entre les intuitions fondées sur la croyance et les intuitions logiques, ce qui peut avoir entraîné un sentiment de doute plus fort.

L'expérience 1 a également montré que les participants qui doutaient davantage rapportaient également des niveaux plus élevés d'anxiété d'état à la fin de l'expérience, ce qui confirme la valence

négative de la détection des conflits. Bien que nous ne puissions pas conclure si les personnes anxieuses ont tendance à douter davantage ou si l'expérience du doute conduit à une augmentation de l'anxiété d'état, les résultats actuels suggèrent que les deux types d'émotions se chevauchent au moins partiellement.

La dernière constatation que nous allons examiner est la relation négative entre les performances dans la condition de non-conflit, d'une part, et l'anxiété et le doute de l'état, d'autre part. Bien que cette relation n'ait pas été prédite, elle souligne que la mesure du doute rend compte non seulement de la détection des conflits, mais aussi d'autres facteurs. Il est probable que la mesure du doute reflète également un stress général qui n'est pas lié aux problèmes eux-mêmes, mais à la situation globale. Cette anxiété ou doute incident pourrait réduire les ressources cognitives disponibles pour la résolution de problèmes (en particulier les capacités de mémoire de travail) et générer des erreurs dans la condition non-conflit (normalement simple), comme cela a été montré par ailleurs (Moran, 2016 pour une méta-analyse).

En somme, l'expérience 1 a montré un lien entre le conflit cognitif et le doute. Nos résultats reposent sur l'hypothèse que les intuitions étaient au cœur de notre tâche. C'est pourquoi nous avons limité le temps de réponse à dix secondes, afin de favoriser ce type de raisonnement. Bien que ce temps soit relativement court, il reste plus long que dans certaines études précédentes (p. ex., Boissin et al., 2023), ce qui rend possible qu'un raisonnement délibératif ait été impliqué dans une certaine mesure.

Dans l'expérience 2, nous avons donc diminué le temps imparti, afin de limiter davantage l'implication de la délibération lors de la production de la réponse au problème. De plus, nous avons donné aux participants la possibilité de donner une deuxième réponse à chaque problème, sans contrainte de temps, ce qui nous a permis de tester l'hypothèse selon laquelle la délibération est déclenchée dans des situations où une évaluation du conflit cognitif génère le doute (Thompson et al., 2011). Plus précisément, cette procédure à deux réponses nous a permis d'examiner l'implication de la délibération à l'aide de trois indices : le temps qu'il a fallu pour donner la deuxième réponse, le nombre de changements de réponse (c'est-à-dire lorsque les participants ont donné une deuxième réponse différente de la première) et une auto-évaluation de délibération (*self-reported deliberation use* ; SRD) des

participants. Ainsi, nous avons pu tester une hypothèse forte de notre modèle : l'augmentation du doute devrait être associée à une augmentation de la délibération.

L'expérience 2 nous a également permis d'explorer l'idée que la force du doute affecte le type de délibération qui est déclenché. Alors qu'un doute faible peut simplement déclencher une stratégie de rationalisation, qui consiste à trouver une justification pour valider et renforcer une intuition donnée (également connue sous le nom de raisonnement motivé ; Evans, 1996 ; Kunda, 1990 ; Wason et Evans, 1974), un doute plus fort peut pousser les raisonneurs à s'engager dans une stratégie plus coûteuse connue sous le nom de découplage (Pennycook et al., 2015 ; Stanovich, 1999, 2004, 2009). Le découplage consiste à trouver une justification pour confirmer ou infirmer ses intuitions, par exemple lors d'un conflit cognitif qui met en jeu deux intuitions de force égale. Pour cela, nous nous sommes concentrés sur le sous-ensemble d'essais pour lesquels les participants déclarèrent avoir délibéré, et nous avons comparé les essais où un changement de réponse avait eu lieu avec ceux dont la réponse était restée inchangée. Nous postulons que le découplage est plus susceptible de conduire à un changement de réponse, et devrait donc être associé à des TR plus longs (plus d'effort) et à un doute plus fort, par rapport à la rationalisation (absence de changement de réponse). Enfin, dans l'expérience 2, nous avons exploré davantage la nature émotionnelle du doute en ajoutant une mesure subjective de *l'arousal*.

## ETUDE 2

### **Méthode**

#### ***Préenregistrement***

Le plan de l'étude, la question de recherche et les analyses ont été préenregistrés sur Open Science Framework (<https://osf.io/hdwpX>)

#### ***Participants***

Les participants ont été recrutés par le biais d'e-mails envoyés d'abord aux étudiants de l'Université de Clermont-Auvergne (en utilisant une liste de diffusion différente de celle utilisée dans l'expérience 1), puis aux étudiants de l'Université Paris 8 pour compléter l'échantillon. Les participants ont également été recrutés sur les réseaux sociaux. Au total, 831 personnes ont participé, dont 793 ont réussi le test d'attention (528 femmes,  $M = 23,4$  ans,  $ET = 6,9$ ) et ont été incluses dans les analyses. Cinq ont déclaré n'avoir terminé que l'école primaire, 411 ont terminé leurs études secondaires, 192 ont obtenu un diplôme de premier cycle et 185 ont obtenu un diplôme de troisième cycle ou un diplôme supérieur. En raison de changements dans l'affichage de l'expérience par rapport à l'expérience 1, nous avons demandé aux participants d'effectuer la tâche sur un ordinateur et non sur un appareil mobile.

Notre objectif préenregistré était d'atteindre au moins 674 participants sur la base des tailles d'effet de l'ANOVA entre les groupes de performances et le niveau de doute observé dans l'expérience 1. Le calcul de puissance effectué avec G\*Power (version 3.1.9.7) a indiqué qu'un minimum de 674 participants serait nécessaire pour détecter une taille d'effet de  $\eta^2 = 0,02$  avec une puissance de 80 % pour un test-F de type ANOVA ( $p = 0,05$ ). Étant donné que la participation était plus lente que lors de l'expérience 1, nous avons dû relancer la participation en partageant l'expérience par le biais d'une autre liste de diffusion, ce qui a conduit à un dépassement du nombre de participants que l'on avait déclaré.

#### ***Matériel***

##### *Syllogismes*

L'expérience 2 a été menée en ligne à l'aide des mêmes outils que dans l'expérience 1 (c'est-à-dire une présentation en ligne à l'aide du logiciel OpenSesame ; Mathôt et al., 2012). Nous avons également utilisé le même type de syllogismes que dans l'expérience 1, mais avec des contenus différents, provenant également de Boissin et al. (2023). Contrairement à l'expérience 1, cependant, nous avons créé deux listes de problèmes. Dans les deux listes, il y avait six problèmes conflits et six problèmes non-conflits. Les problèmes conflit de la première liste sont devenus des problèmes non-conflits dans la seconde, et vice-versa. Les participants ont été répartis au hasard dans la première ou la deuxième liste, et les problèmes, à l'intérieur des listes, ont été présentés dans un ordre aléatoire pour chaque participant.

Voici un exemple du même syllogisme dans ses formes conflits et non-conflits :

*Non-conflit (crédible et logiquement valide) :*

Toutes les planètes tournent autour du soleil.  
La Terre est une planète  
Par conséquent, la Terre tourne autour du soleil.

*Conflit (crédible et logiquement invalide) :*

Toutes les planètes tournent autour du soleil.  
La Terre tourne autour du soleil.  
Par conséquent, la Terre est une planète

Dans l'expérience 2, les participants ont répondu à chaque problème à l'aide d'une procédure à deux réponses (Thompson et al., 2011). Dans chaque essai, ils ont d'abord fourni une réponse « rapide » (dans les 3 secondes suivant la présentation de la conclusion du problème) suivie d'une deuxième réponse « lente » (sans limite de temps). La limite de temps de 3 secondes a été choisie sur la base d'études indiquant qu'elle correspondait au temps nécessaire pour lire la conclusion, déplacer la souris et sélectionner une réponse (Bago et De Neys, 2017 ; Raoelison et al., 2020). Cette méthode nous a permis de capturer à la fois une réponse « intuitive » initiale puis une réponse finale « délibérée »

(Boissin et al., 2023). Pour chaque participant, nous avons calculé le nombre de réponses correctes (min=0, max=6) pour les problèmes conflits et non-conflits, séparément pour les réponses au temps 1 (t1) et au temps 2 (t2). Nous avons également mesuré le temps de réponse pour les réponses t2 et le nombre de changements de réponse entre les réponses t1 et t2. Ces deux derniers indices ont été utilisés pour évaluer l'implication de la délibération (Bago & De Neys, 2017 ; Boissin et al., 2023 ; Thompson et al., 2011). Enfin, nous avons introduit une troisième mesure d'auto-évaluation de la délibération, qui n'avait pas été utilisée auparavant dans les études utilisant le paradigme des deux réponses. Pour chaque problème de raisonnement, après avoir donné leur deuxième réponse lente, on a demandé aux participants si (1) ils avaient « réfléchi avant de donner la deuxième réponse », ou (2) s'ils avaient « gardé leur réponse initiale sans réfléchir davantage au problème ». Pour chaque participant, nous avons calculé un indice d'auto-évaluation de la délibération (min=0, max=6) à la fois pour les problèmes conflits et pour les problèmes non-conflits.

### *Doute*

Étant donné la forte cohérence interne de l'échelle de doute dans l'expérience 1, nous avons réduit l'échelle à trois éléments, en gardant un élément pour chaque dimension du doute (évaluation, expérience subjective et valence négative), en utilisant la même échelle de Likert avec quatre options (« pas du tout », « pas vraiment », « tout à fait » ou « complètement »). Les trois éléments que nous avons conservés étaient « Je me sentais bloqué », « J'ai ressenti du doute » et « J'ai trouvé la réflexion désagréable ». L'échelle de doute a montré une bonne cohérence interne ( $\alpha = 0,82$ ).

Pour chaque participant et chaque problème, nous avons calculé un score de doute en faisant la moyenne des scores des trois éléments. Pour chaque participant, nous avons calculé le score moyen de doute pour les problèmes conflit, et le score moyen de doute pour les problèmes non-conflits, et avons transformé les deux scores en pourcentage.

### *Arousal*

Les participants ont rapporté ce qu'ils ressentait lorsqu'ils résolvaient le problème à l'aide du *Self-Assessment Manikin*, allant de calme/serein à agité/arousallé (Bradley et Lang, 1994). Pour chaque

participant, nous avons calculé le score *d'arousal* moyen pour les problèmes conflit, et pour les problèmes non-conflits. Nous avons transformé les deux scores en pourcentages.

### *State-Trait Anxiety Inventory (STAI)*

À la fin de l'expérience, les participants ont rempli un questionnaire sur l'anxiété d'état, en utilisant la même version réduite à 5 items de l'inventaire d'anxiété d'état et de trait (STAI ; Zsido et al., 2020) comme dans l'expérience 1.

### ***Procédure***

Les participants ont été informés que l'expérience durerait entre 10 et 15 minutes et nécessiterait toute leur attention. Une description générale de la tâche a été présentée au début, informant les participants qu'ils devraient résoudre des problèmes de raisonnement et fournir deux réponses consécutives pour chacun d'entre eux. Ils ont été informés que nous étions intéressés par la toute première réponse qui leur venait à l'esprit. Ils ont également été informés qu'après avoir fourni leur réponse initiale pour chaque problème, ils pouvaient réfléchir une fois de plus au problème et prendre autant de temps que nécessaire pour fournir une deuxième réponse. Afin de se familiariser avec la procédure à deux réponses, les participants ont résolu un problème d'entraînement dans les conditions du test.

La figure 2.2 illustre un essai typique. Dans l'expérience 2, nous avons adopté le format de présentation de Bago et De Neys (2017). Tous les essais ont commencé par la présentation d'une croix de fixation pour 2000 ms, suivie de la première phrase (la prémisse principale, par exemple, « Tous les mammifères peuvent marcher »), pendant 2000 ms, puis de la deuxième phrase (la prémisse mineure, par exemple, « Les baleines sont des mammifères »), qui a été présentée directement sous la première prémisse pendant 2000 ms supplémentaires. S'en est suivi la présentation de la conclusion, directement sous la deuxième prémisse, et de la question « Le dernier énoncé découle-t-il logiquement des deux premiers ? » avec deux options de réponse (oui/non). À ce stade, les participants disposaient de 3000 ms pour choisir une réponse (c'est-à-dire qu'ils avaient 7000 ms au total pour lire l'ensemble du problème et choisir une réponse ; voir la figure 2.2). Les boutons de réponse sont devenus rouges 2000 ms après

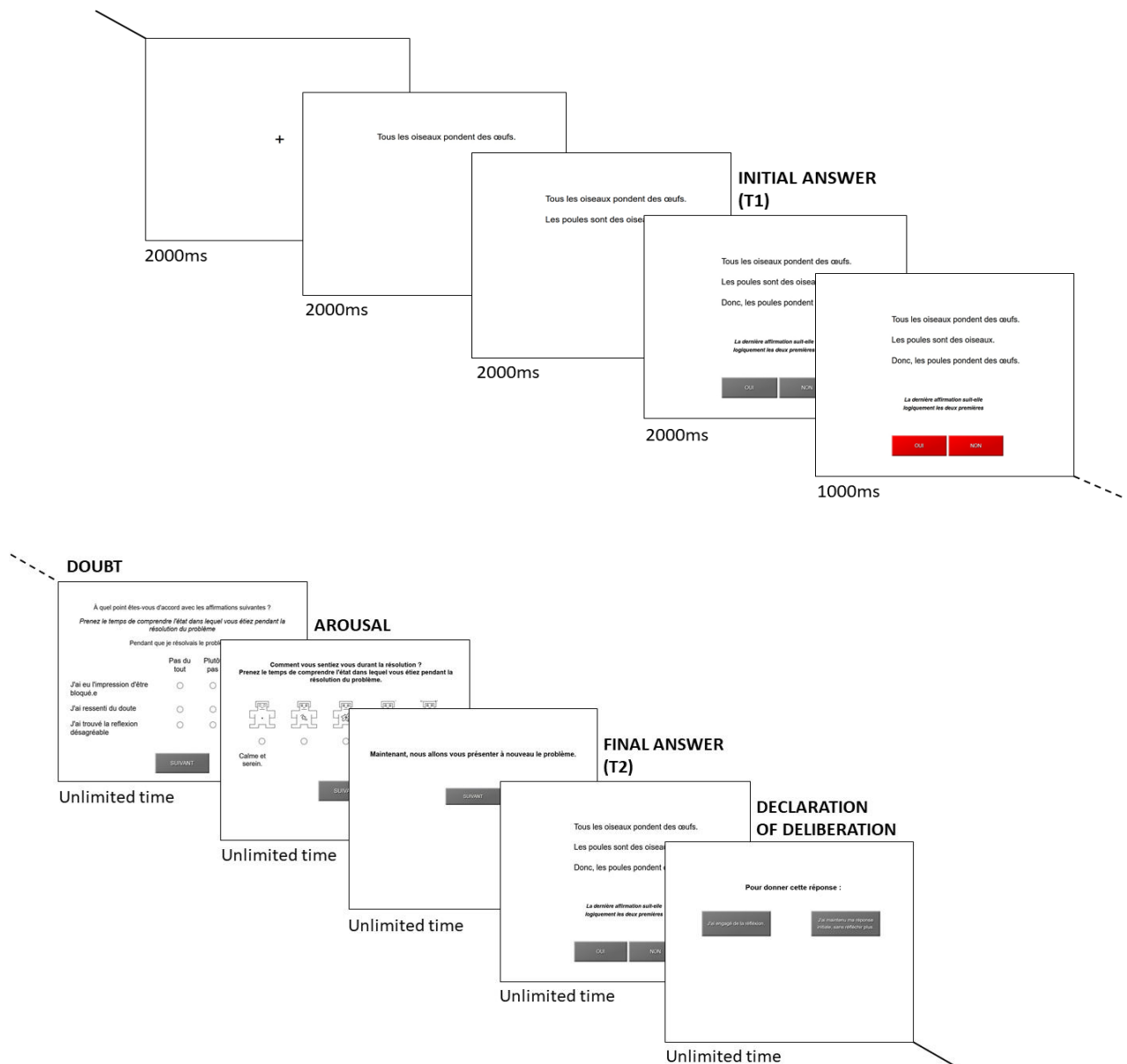
l'apparition de la conclusion. Les participants étaient alors avertis qu'il ne leur restait que peu de temps pour répondre. Que les participants aient eu le temps d'apporter une réponse ou non, le problème a disparu et une échelle de doute est apparue. Enfin, le même problème de raisonnement a été présenté à nouveau dans son intégralité (d'un seul coup) et les participants ont été invités à fournir une réponse finale, sans limite de temps. Après la deuxième réponse, on demandait aux participants d'indiquer s'ils avaient utilisé leur délibération pour donner leur deuxième réponse (voir la figure 2.2).

Comme dans l'expérience 1, un test d'attention a été présenté au hasard au cours de l'expérience. Les participants ont été invités à cocher la 6e case d'un panneau de 10 cases et à choisir la case « non » parmi deux choix (oui/non).

À la fin de l'étude, les participants ont rempli une échelle de 5 éléments mesurant l'anxiété d'état et ils ont fourni des informations démographiques.

**Figure 2.2**

*Illustration d'un essai dans l'expérience 2*



**Éthique**

Cette expérience a été approuvée par le Comité d'éthique de l'Université Clermont-Auvergne (IRB00011540-2023-17).

## ***Analyses de données***

Les données ont été traitées à l'aide de Python et de la bibliothèque Pandas. Pour chaque participant, nous avons calculé le nombre total de réponses logiques à t1 et à t2 aux problèmes non-conflits et aux problèmes conflits (min=0, max=6, pour chaque score). Étant donné que le nombre de réponses manquantes était faible (4,97 %), comme dans l'expérience 1, l'absence de réponse et la réponse non logique ont été considérées comme une erreur. Étant donné que les distributions des scores pertinents ne suivaient pas les distributions normales, nous avons utilisé des tests statistiques non paramétriques dans la mesure du possible.

## **Résultats**

En moyenne, les participants ont mis environ 13 minutes pour terminer l'expérience ( $M = 773$  secondes). Nous avons exclu les participants qui ont pris moins de la moitié de ce temps ou plus du double de ce temps, en supposant que ces participants ne se sont pas engagés sérieusement dans l'expérience. Nous avons analysé les données des 695 participants restants.

## ***Analyses préenregistrées***

### *Conflit et doute*

Comme prévu, le nombre moyen de réponses correctes en t1 était élevé pour les problèmes non-conflits ( $M_{non-conflict} = 4,43$  sur 6 ;  $SD_{non-conflict} = 1,62$ ) confirmant que les participants ont bien compris la tâche. En revanche, le nombre moyen de réponses correctes à t1 était faible pour les problèmes conflit ( $M_{conflict} = 1,13$  sur 6 ;  $SD_{conflict} = 1,39$ ). La différence était significative,  $W = 996$ ,  $p < 0,001$ ,  $r = 0,99$ . Bien que les participants aient donné des réponses finales plus justes que les réponses initiales, la différence de performances entre les problèmes non-conflits et les problèmes conflits est demeurée significative ( $M_{non-conflict} = 5,38$ ,  $SD_{non-conflict} = 0,9$  ;  $M_{conflict} = 2,23$ ,  $SD_{conflict} = 1,78$ ),  $W = 550$ ,  $p = <,001$ ,  $r = 0,99$ .

L'une des hypothèses clés de cette étude était qu'après avoir donné leur réponse « rapide » initiale, les participants éprouveraient en moyenne des niveaux de doute plus élevés dans le contexte d'un conflit qu'en l'absence de conflit. C'était effectivement le cas ( $M_{conflict} = 15,1$ ,  $SD_{conflict} = 15,3$  ;  $M_{non-$

$_{conflit} = 13,7$ ,  $SD_{non-conflit} = 13,8$ ),  $W = 93946$ ,  $p = 0,002$ ,  $r = 0,15$ . L'arousal subjective était également plus élevée dans le contexte d'un conflit qu'en son absence,  $W = 85957$ ,  $p <,001$ ,  $r = 0,17$  (voir tableau 2.5).

**Tableau 2.5**

*Moyennes des performances (à t1 et t2), doute, et arousal en fonction du type de problème (conflit, non-conflit)*

Nombre de réponses logiques				Doute		Arousal	
Réponse initiale (t1)		Réponse finale (t2)		Conflit	Non-conflit	Conflit	Non-conflit
Conflit	Non-Conflit	Conflit	Non-Conflit				
1.13 (1.39)	4.43 (1.62)	2.23 (1.78)	5.38 (0.90)	15.1 (15.3)	13.7 (13.8)	20.2 (19.3)	19.0 (18.3)

Les analyses de corrélation de Spearman ont révélé que le niveau de doute était lié au nombre de réponses logiques aux problèmes conflit à la fois à t1 ( $\rho = 0,17$ ) et à t2 ( $\rho = 0,23$ , voir tableau 2.6). Nous avons également trouvé des corrélations positives entre le doute, l'arousal et le niveau d'anxiété (voir tableau 2.6). De plus, pour les problèmes non-conflits, nous avons trouvé la même corrélation négative que dans l'expérience 1 entre le nombre de réponses logiques t1 et le niveau de doute ( $\rho = -0,16$ ,  $p < .001$ ). Nous avons également trouvé une corrélation négative entre le nombre de réponses logiques t1 et le niveau d'arousal ( $\rho = -0,10$ ,  $p = .01$ ).

**Tableau 2.6**

*Corrélation entre mesures de performance et mesures d'émotions*

	Doubt		Arousal	
	Conflit	Non-Conflit	Conflit	Non-Conflit
Arousal	.65***	.64***	-	-
Anxiété d'état	.50***	.48***	.48***	.48***
Réponses logiques (t1)	.17***	-.16***	.15***	-.10***
Réponses logiques (t2)	.23***	-.05	.16***	-.04

*Note : Le tableau présente les valeurs de corrélation  $\rho$  de Spearman; \*  $p <.05$ , \*\*  $p <.01$ , \*\*\*  $p <.001$*

### Conflit et délibération

Dans l'expérience 2, nous avons introduit trois indices afin de mesurer l'implication de la délibération : l'auto-évaluation de la délibération (SRD), le changement de réponse de t1 à t2 (RespChange) et le temps de réponse (RT) pour la réponse finale.

Nous avons observé des relations positives entre les trois mesures de la délibération dans les problèmes conflit. Nous avons également trouvé des corrélations positives entre les mesures de délibération et les réponses logiques pour les problèmes conflit, mais négatives pour les problèmes non-conflits (voir tableau 2.7).

**Tableau 2.7**

*Relation entre l'auto-évaluation de la délibération, le RT et le changement de réponse*

	SRD		RespChange		RT	
	Conflit	Non-Conflit	Conflit	Non-Conflit	Conflit	Non-Conflit
RespChange	.36***	.17***	-	-	-	-
t2 RT	.45***	.42***	.34***	.09*	-	-
Réponses logiques (t1)	.26***	-.09*	.12***	-.15***	.25***	-.11**
Réponses logiques (t2)	.41***	-.07	.40***	-.54***	.43***	-.02

*Note: Le tableau présente les valeurs de corrélation  $\rho$  de Spearman; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$*

Les participants ont aussi déclaré avoir délibéré beaucoup plus souvent pour des problèmes conflit que pour des problèmes non-conflits (voir tableau 2.8),  $W = 69963$ ,  $p < .001$ ,  $r = 0,31$ . Ils ont également changé plus souvent leur réponse de t1 à t2,  $W = 53308$ ,  $p < .001$ ,  $r = 0,51$ , et ont mis plus de temps à donner leur deuxième réponse,  $W = 154235$ ,  $p < .001$ ,  $r = 0,27$  (voir tableau 2.8), face à des problèmes conflit plutôt que face à des problèmes non-conflits.

**Tableau 2.8***Les moyennes de SRD, ChangeResp et RT en fonction des types de problèmes*

	Conflict		Non-conflict	
	<i>M</i>	<i>(SD)</i>	<i>M</i>	<i>(SD)</i>
Auto-évaluation de la délibération (Min=0, max=6)	3.06	(1.99)	2.69	(2.01)
Changement de réponse (fréquence)	0.17	(0.21)	0.09	(0.14)
t2 RT (ms)	8220	(6000)	7230	(5772)

*Doute et délibération*

L'une de nos principales prédictions est que le doute déclenche la délibération. Afin de tester cette hypothèse, nous avons examiné les relations entre les indices émotionnels (score de doute, score *d'arousal* et score d'état-anxiété) et les indices de délibération (auto-évaluation de la délibération, changement de réponse de t1 à t2 et RT). Nous avons trouvé des relations positives entre tous ces indices (voir tableau 2.9).

**Tableau 2.9***Relation entre indices de délibération et mesures émotionnelles*

	Doute		Arousal		Anxiété d'état	
	Conflit	Non-conflit	Conflit	Non-conflit	Conflit	Non-conflit
SRD	.34***	.34***	.24***	.25***	.13***	.12**
RespChange	.22***	.10***	.14***	.12**	.12**	.05
t2 RT	.35***	.34***	.32***	.31***	.20***	.17***

*Note : Le tableau présente les valeurs de corrélation  $\rho$  de Spearman ; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ . Il n'y a qu'une seule mesure de l'anxiété d'état par participant, nous la comparons au statut conflit ou non-conflit des mesures de délibération (SRD, RespChange et t2 RT).*

Pour analyser les différents modèles de réponses, les réponses logiques ont été codées comme « 1 » et les réponses non logiques ont été codées comme « 0 », à chaque étape de la réponse (c'est-à-dire t1 et t2 ; Bago & De Neys, 2017, 2019). Cela nous a donné quatre modèles de réponse possibles. Les modèles « 11 » correspondent à des essais où les deux réponses étaient correctes (35 % de toutes les

réponses). Les modèles « 00 » correspondent à des essais où les deux réponses étaient incorrectes (54 % de toutes les réponses). Les modèles « 01 », la première réponse était incorrecte et la seconde correcte (7 % de tous les essais). Et enfin, les « 10 » modèles correspondent aux essais où la première réponse était correcte et la seconde incorrecte (4 % de tous les essais).

Une ANOVA de Kruskal-Wallis a révélé que les niveaux de doute et *d'arousal* rapportés, ainsi que les RT, variaient en fonction des modèles de réponse (voir tableau 2.10), respectivement,  $\chi^2(3) = 167, p <,001, \varepsilon^2 = 0,025$ ,  $\chi^2(3) = 85,2, p <,001, \varepsilon^2 = 0,013$  et  $\chi^2(3) = 270, p <,001, \varepsilon^2 = 0,041$ . De plus, des tests de Mann-Witney suggèrent que les niveaux de doute et *d'arousal* étaient plus élevés, respectivement  $U_{doute} = 1,64^{e+6}, p <,001, r = 0,24$  et  $U_{arousal} = 1,77^{e+6}, p <,001, r = 0,18$ , et les RT étaient plus lents,  $U_{RT} = 1,48^{e+6}, p <,001, r = 0,32$ , dans les modèles impliquant un changement de réponse (01 ou 10) par rapport aux modèles n'impliquant pas de changement de réponse (11 ou 00).

**Tableau 2.10**

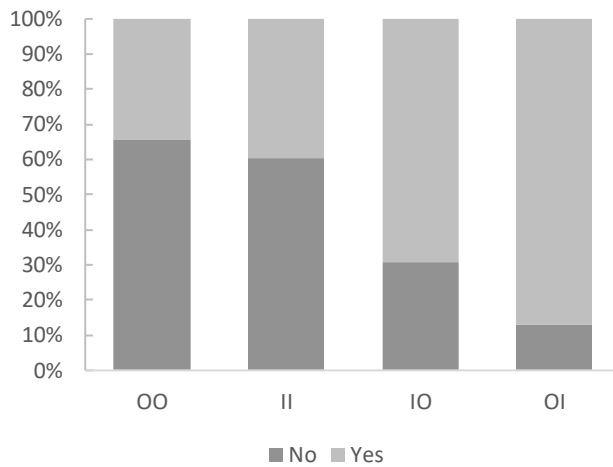
*Moyenne de doute et d'arousal en fonction des modèles de réponses*

	00		11		10		01	
	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)
Doute (%)	9.5	(17.5)	11	(18.8)	20.8	(26.6)	21.9	(25.5)
Arousal (%)	16.3	(22.5)	17.25	(22.67)	26.0	(27.5)	24.75	(25.75)
RT (ms)	4918	(4113)	5494	(4363)	6691	(5256)	9026	(8639)

Enfin, un test du  $\chi^2$  a révélé que les proportions de délibération autodéclarée variaient en fonction des modèles de réponse (voir figure 2.3),  $\chi^2(3) = 532, p <,001$ .

**Figure 2.3**

*Distribution de l'auto-évaluation de délibération en fonction des modèles de réponses*

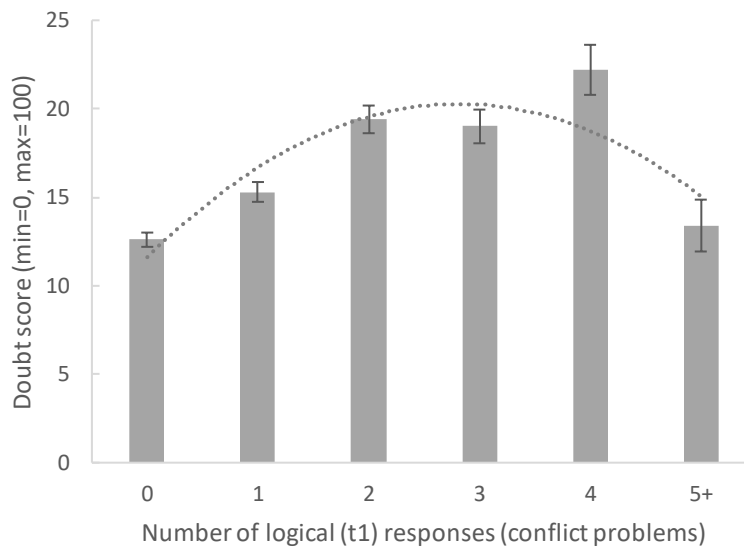


*Les différences entre les raisonneurs.*

Comme dans l'expérience 1, nous avons regroupé les participants en fonction de leur nombre de réponses logiques au t1. Étant donné qu'il n'y avait que trois participants qui ont donné 6 réponses logiques, nous les avons regroupés avec les participants qui ont donné cinq bonnes réponses, ce qui a conduit à 6 groupes au total (réponses logiques « 0 », « 1 », « 2 », « 3 », « 4 » et « 5+ »). Une ANOVA de Kruskal-Wallis a montré que le niveau de doute variait en fonction du groupe,  $\chi^2(5) = 28, p <,001, \varepsilon^2 = 0,04$ . Un calcul de contraste polynomial montra que la relation s'expliquait le mieux par une tendance quadratique, comme dans l'expérience 1,  $t(689) = -3,28, p = 0,001$  (voir Figure 2.4).

**Figure 2.4**

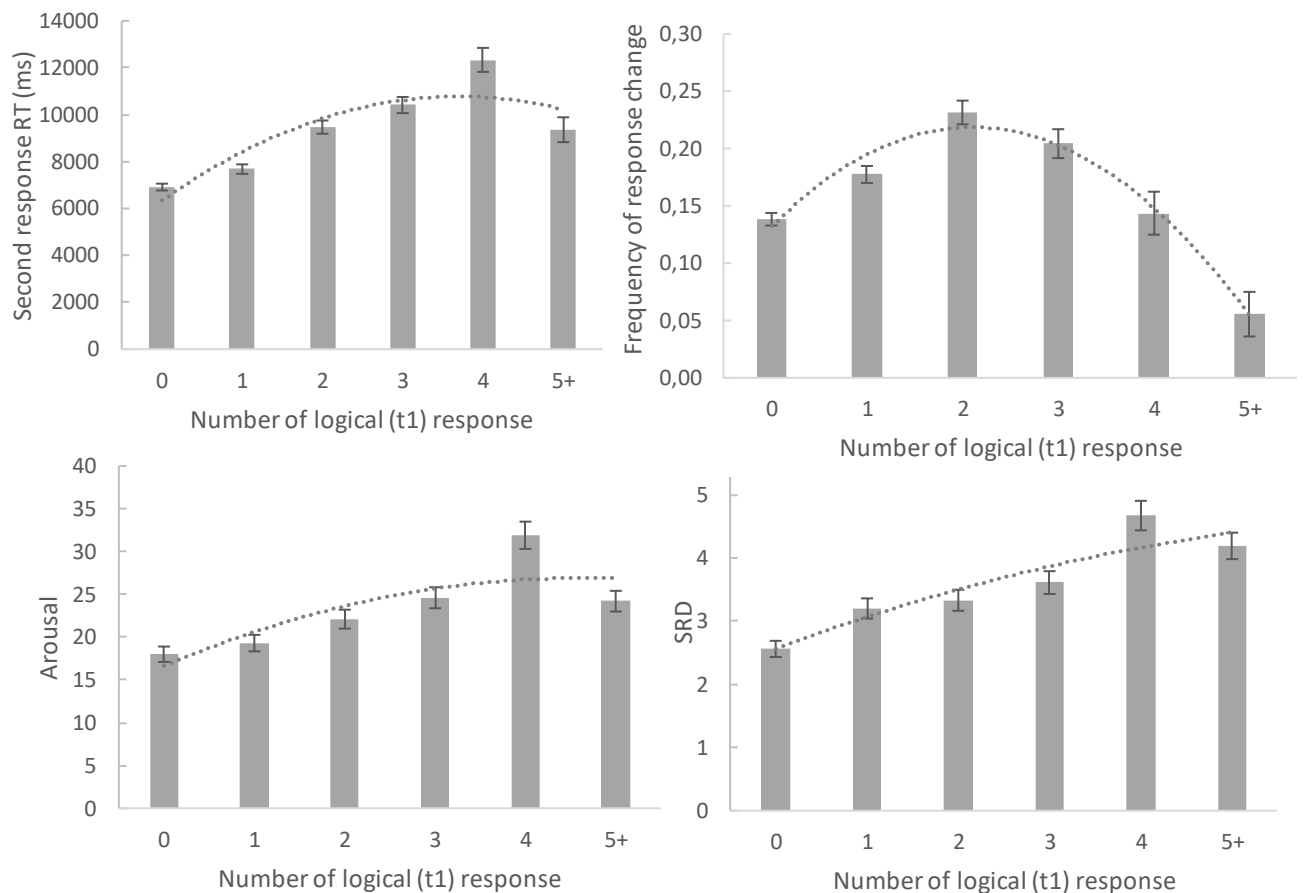
*Niveau de doute en fonction du nombre de réponses logiques au t1.*



La fréquence des changements de réponse et les RT pour la deuxième réponse variaient également en fonction du groupe, respectivement,  $\chi^2(5) = 33,9, p <,001, \varepsilon^2 = 0,050$  et  $\chi^2(5) = 49, p <,001, \varepsilon^2 = 0,071$ , avec des tendances quadratiques significatives, respectivement,  $t(689) = -2,42, p = 0,016$  et  $t(689) = -2,97, p = 0,003$  (voir la figure 2.5).

**Figure 2.5**

*Le niveau de changement de réponse, RT, SRD et arousal en fonction du nombre de réponses logiques au t1.*



Enfin, les auto-déclarations de délibération et la mesure *d'arousal* variaient également entre les groupes, respectivement,  $\chi^2(5) = 52,3, p <,001, \varepsilon^2 = 0,075$  et  $\chi^2(5) = 19,7, p = 0,001, \varepsilon^2 = 0,028$ , mais ont été nuancées par des tendances linéaires, respectivement,  $t(689) = 5,59, p <,001$  et  $t(689) = 3,15, p = 0,002$  (voir la figure 2.5).

### ***Analyses exploratoires***

#### *Sous-ensemble de réponses t1 belief-driven*

Comme dans l'expérience 1, nous avons testé si la différence entre les niveaux de doute entre les problèmes conflits et non-conflits restait significative en nous concentrant uniquement sur les réponses t1 fondées sur la croyance (les réponses correctes dans les essais non-conflits, mais incorrectes

dans les essais conflits). Nous avons exclu les participants pour lesquels la moyenne n'a pas pu être calculée (en raison de l'absence de réponse fondée sur la croyance) et nous nous sommes concentrés sur le sous-ensemble des participants restants ( $N = 677$ ). Un test de Wilcoxon a montré que même en se concentrant sur les réponses fondées sur la croyance, les participants ont signalé plus de doutes dans la condition conflit ( $M = 13,3$ ,  $ET = 13,6$ ) que dans la condition non-conflit ( $M = 9,01$ ,  $ET = 16,2$ ),  $W = 31325$ ,  $p < 0,001$ ,  $r = 0,42$ .

*Sous-ensemble d'essais pour lesquels les participants ont déclaré avoir utilisé leur délibération.*

La figure 2.5 montre que les participants qui ont déclaré avoir délibéré n'avaient pas nécessairement changé leur réponse de t1 à t2. Cela pourrait refléter le fait que la délibération peut conduire soit à la rationalisation, soit au découplage de ses réponses. Dans le sous-ensemble des essais autodéclarés comme ayant été traité de manière délibérative, nous avons comparé les essais sans changement de réponse (modèles de réponse « 00 » et « 11 » regroupés) à ceux avec changement de réponse (modèles de réponse « 01 » et « 10 » regroupés), à l'aide de tests-t de Mann-Witney. Nous avons constaté que les TR et les niveaux de doute étaient plus faibles dans les essais sans changement de réponse (respectivement,  $M_{RT} = 9301\text{ms}$ ,  $SD_{RT} = 10600$ , and  $M_{doubt} = 16.8$ ,  $SD_{doubt} = 22$ ) que dans les essais avec changement de réponse ( $M_{RT} = 14770\text{ms}$ ,  $SD_{RT} = 16903$ ;  $M_{doubt} = 24.7$ ,  $SD_{doubt} = 26.2$ ),  $U_{RT} = 722173$ ,  $p < .001$ ,  $r = .17$ ;  $U_{doubt} = 626550$ ,  $p < .001$ ,  $r = .28$ . Cette constatation est cohérente avec l'idée que, lorsque les participants ont déclaré qu'ils avaient réfléchi, mais n'avaient pas changé d'avis, ils ont peut-être rationalisé (ce qui implique des niveaux de doute plus faibles et un RT plus bas). En revanche, lorsque les participants ont déclaré qu'ils avaient réfléchi et qu'ils avaient effectivement changé d'avis, ils ont peut-être procédé à un découplage (ce qui implique des niveaux de doute plus élevés et des réponses plus lentes).

## **Discussion**

L'expérience 2 a été conçue avec deux objectifs en tête. Le premier objectif était de reproduire les résultats de l'expérience 1, qui établissait un lien entre le conflit cognitif dans le raisonnement

déductif et le doute tout en suggérant une relation quadratique entre le niveau de doute et le nombre de réponses intuitives logiques. Le deuxième objectif était d'examiner l'association présumée entre le doute et la délibération, que nous avons mesurée à l'aide de trois indices (temps de réponse, changement de réponse et déclaration de délibération).

Le doute s'est manifesté à la fois dans les mesures cognitives (c'est-à-dire se sentir bloqué, éprouver le doute) et les mesures affectives (c'est-à-dire le désagrément, *l'arousal*). Elle était plus forte dans les conflits que dans les essais non-conflits, même lorsqu'on se concentrait uniquement sur les essais où les participants donnaient des réponses fondées sur des croyances. Enfin, le doute était globalement plus fort chez les participants ayant des niveaux moyens de performance à t1 dans les essais conflit que chez les participants ayant ces mêmes niveaux de performances faibles ou élevés.

Ces résultats convergent tous vers l'interprétation suivante : (1) les problèmes conflits peuvent générer simultanément des intuitions heuristiques (erronées) et logiquement solides, (2) le conflit intuitif peut être détecté et cela génère une émotion de valence négative, et (3) la force du conflit varie d'un participant à l'autre, de sorte que chez certains participants, il est plus fort que chez d'autres (c'est-à-dire que ces derniers sont des participants ayant soit une intuition forte basée sur une heuristique, soit une intuition logique forte. Tandis que les premiers sont des participants avec deux intuitions de force équivalente ; De Neys, 2012, 2017 ; De Neys et Pennycook, 2019).

En ce qui concerne le deuxième objectif de l'étude, nous avons trouvé des corrélations positives entre le doute et les trois mesures de la délibération. De plus, les résultats sont cohérents avec l'idée qu'un doute plus fort est associé à un type de délibération plus profonde et plus coûteuse (découplage), tandis qu'un doute plus faible est associé à un type de délibération plus faible et moins coûteuse (rationalisation).

## **Discussion générale**

Ce chapitre a examiné deux hypothèses principales du MAD. Tout d'abord, nous avons testé si l'émotion de doute apparaît lorsque le raisonnement intuitif ne parvient pas à produire une réponse simple à un problème, en particulier, lorsque deux intuitions contradictoires émergent en même temps

et entrent en conflit. Deuxièmement, nous avons cherché à savoir si cette expérience émotionnelle motivait la délibération. À cette fin, nous avons comparé le niveau de doute ressenti lors de la résolution de problèmes simples (problèmes non-conflits, peu susceptibles de produire des intuitions contradictoires) à celui ressenti lors de la résolution de problèmes difficiles, dans lesquels plusieurs intuitions contradictoires peuvent émerger (problèmes conflit ; Expériences 1 et 2). Nous avons ensuite évalué si l'expérience du doute était associée à la délibération à l'aide d'un ensemble de mesures indirectes (expérience 2). Dans les deux expériences, les problèmes conflits ont généré une réponse émotionnelle plus forte (doute subjectif et *arousal*) que lors des problèmes non-conflits. Dans l'expérience 2, toutes les mesures de délibération (temps de réaction, auto-évaluation de la délibération et changements de réponse) étaient positivement corrélées aux indices émotionnels.

L'association entre le conflit et l'émotion (c'est-à-dire le doute subjectif et *l'arousal* subjective) est cohérente avec les résultats précédents montrant que des stimuli divergents, discontinus ou incohérents génèrent une réponse émotionnelle (De Neys et al., 2010a; Hoshikawa & Yamamoto, 1997; Kuzinas et al., 2016; Morris et al., 2008; Purcell et al., 2023; Van Steenbergen & Band, 2013; Zander et al., 2017; Zhang et al., 2010).

La corrélation entre la réponse émotionnelle et la délibération est aussi soutenue par la littérature qui indique que certains états émotionnels peuvent faciliter un mode de raisonnement délibératif. La revue de la littérature du chapitre 1 démontrait comment des émotions telles que la surprise, la confusion ou l'anxiété conduisent effectivement à la réflexion. Toutes ces émotions partageant des traits communs au doute, à savoir qu'elles résultent d'une interaction perturbée et non fluide entre l'organisme et son environnement et qu'elles ont une valence négative.

D'ailleurs, nos résultats indiquent en effet une relation entre le doute et l'anxiété. Nous soutenons que l'anxiété pouvait représenter une forme de doute durable associée à une exposition répétée à des situations ambiguës ou problématiques qui ne peuvent pas être résolues de manière satisfaisante par le raisonnement intuitif et qui sont susceptibles d'avoir un impact négatif sur le bien-être de l'organisme (Miceli et Castelfranchi, 2005 ; Spielberger, 1966). Si, en l'état, l'anxiété est bien corrélée au doute, il est difficile de statuer sur le régime de causalité. Il est possible que l'enchaînement de doute ait provoqué un regain d'anxiété chez les participants, mais il est tout à fait probable, aussi,

que ce soit les gens anxieux qui aient déclaré tout au long de l'expérience, plus de doute. Que cela soit dans un sens ou dans l'autre, ces résultats confirment la présence d'un élément affectif semblable à l'anxiété intégré dans le processus de raisonnement.

Comme nous l'avons dit, la place de l'émotion dans les modèles à processus duaux n'est pas claire. Bien que certains modèles semblent faire référence à un « sentiment » (*feeling*) qui serait associé à des intuitions et qui pourrait susciter la délibération (Thompson et al., 2011 ; Thompson & Morsanyi, 2012), la question théorique qui reste est la suivante : quel est le rôle exact de l'émotion dans les modèles FOR ?

Il semblerait que le FOR, étant une expérience métacognitive, soit *construit sur* des indices (Ackerman & Thompson, 2017; Efklides, 2001, 2006), dont l'un d'entre eux serait la valence émotionnelle positive liée à la fluidité de l'émergence d'une forte intuition (Thompson & Morsanyi, 2012). L'incertitude et les autres phénomènes censés expliquer le passage au S2 et postulés par les différents modèles (FOE et FOW ; (Ackerman & Thompson, 2017; De Neys, 2022; Fernandez Cruz et al., 2016; Gangemi et al., 2015) serait le résultat d'un monitoring qui prendrait en compte ces indices affectifs. Or, ces modèles laissent de côté l'explication de l'apparition de tel phénomène affectif. S'il est clairement établi qu'une émotion positive est liée à la fluence de l'intuition ou à la familiarité de la situation problématique, il faut que l'individu *appraise* ces situations comme « fluente » ou familière (Moors et al., 2013, 2017; Moors & Fischer, 2019; Scherer & Moors, 2019). Ainsi, il n'y a aucune raison de considérer ces expériences métacognitives (FOR, FOE, FOW ou RU) comme la première motivation à délibérer, car la motivation émotionnelle existe déjà.

Le cadre théorique de l'*appraisal* permet ainsi d'expliquer la cause du passage au S2, mais aussi de décrire le phénomène émotionnel qui est en jeu. Un individu évalue l'intuition non fluide comme négative, éprouve une réaction physiologique et ressent des tendances à l'action (Moors et al., 2013; Scherer & Moors, 2019). La métacognition serait utile pour évaluer et diriger le temps et les efforts nécessaires alloués à la résolution de problèmes (De Neys, 2022 ; Efklides, 2006 ; Touroutoglou et Efklides, 2010).

L'*Appraisal* nous permet aussi d'expliquer un résultat surprenant si l'on reste dans le cadre des modèles précédents. Il semblerait que l'expérience du doute lors de la résolution de problèmes ne soit

pas entièrement causée par un conflit cognitif ou des intuitions disfluentes. Nous avons effectivement remarqué que le doute a été ressenti, dans une certaine mesure, pour les problèmes non-conflits, et qu'il était négativement lié à la performance lors de ces mêmes problèmes. Nos résultats montrent qu'une moins bonne performance ne signifie pas que les gens n'ont pas délibéré. En fait, c'est probablement le contraire. Et pour cause, si le doute motive les gens à mobiliser des ressources cognitives pour délibérer, cela ne peut être bénéfique que pour les problèmes conflits. Pour les problèmes non-conflits, le doute conduit effectivement les individus à remettre en question leur intuition, mais chercher un piège là où il n'y en a pas, réduira mécaniquement le niveau de performance.

Il est difficile d'expliquer ces résultats sans intégrer l'idée que le phénomène qui motive à la délibération est bien le résultat d'un *appraisal* global de la situation, et non d'une simple réaction émotionnelle liée à l'échec de l'intuition. Plus précisément, il est difficile de comprendre le mécanisme sous-jacent au déclenchement du raisonnement si l'on ne considère pas que l'échec de l'intuition est perçu à travers une réaction émotionnelle issue d'un processus d'évaluation (*appraisal*), et que cette réaction peut être modulée par d'autres facteurs influençant le niveau de doute.

Le contexte de ces exercices de raisonnement est susceptible de conduire à de la nervosité, au désir de bien performer ou à la peur de l'échec. Tout ce qui tombe sous le coup d'une incongruence entre les objectifs et la situation, entre autres le conflit cognitif, est susceptible de provoquer une émotion négative et donc de la délibération. Par exemple, la capacité à susciter l'intuition dépend intrinsèquement des connaissances préalables des individus, également appelées *Mindware* (Raoelison et al., 2020 ; Stanovich, 2018 ; Thompson et al., 2018). La littérature fournit des preuves convaincantes de différences individuelles substantielles à cet égard (de Chantal et al., 2020; Frey et al., 2018; Stanovich & West, 2000). Il est également bien établi qu'une forme de *mindware affectif* joue un rôle crucial dans le raisonnement. Les personnes qui se sont livrées à des exercices de raisonnement en lien avec des événements traumatisants vécus, comme la guerre ou les violences sexuelles, démontrent des capacités de raisonnement accrues à l'égard de ces questions spécifiques, car ces contextes sont particulièrement pertinents pour elles (Blanchette et al., 2007 ; Blanchette et Caparos, 2013, 2016). L'importance des différences individuelles est également bien intégrée par le cadre de *l'appraisal*, ce qui explique

pourquoi certaines personnes ont pu trouver les problèmes non-conflits déroutants et/ou douteux (Moors et Fischer, 2019 ; Scherer et Moors, 2019 ; Silvia et al., 2009).

À la lumière des résultats actuels, nous proposons que 1) la partie émotionnelle du mécanisme de déclenchement du raisonnement est provoquée par un *appraisal* générale de la situation, 2) ce processus émotionnel motive à la délibération et 3) les expériences métacognitives telles que le FOR ou l'incertitude ne motivent pas à délibérer *en soi*, mais permettent aux individus d'adapter le temps et l'effort requis par la tâche.

Un dernier point que nous aborderons dans cette discussion est le fait que les participants qui ont éprouvé le niveau de doute le plus bas dans l'ensemble étaient ceux qui se situaient soit dans la plage de performance inférieure, soit dans la plage supérieure. En revanche, les participants de la fourchette moyenne ont éprouvé des niveaux de doute plus élevés. Ces résultats sont cohérents avec les modèles actuels à double processus, en ce sens que les raisonneurs les plus et les moins performants n'ont probablement pas ressenti beaucoup le conflit lors de la résolution de problèmes conflits. Dans leur cas, la force d'une intuition (qu'elle soit fondée sur la croyance ou la logique) a largement dépassé la force de l'autre. En revanche, la performance moyenne peut refléter un conflit plus fort entre les intuitions fondées sur la croyance et les intuitions logiques (Bago et De Neys, 2017, 2019 ; De Neys, 2012 ; Raelison et al., 2020, 2021 ; Thompson et al., 2018). De plus, nos résultats montrent que le nombre de réponses logiques n'est pas une mesure optimale de l'utilisation de la délibération, et ils s'ajoutent à la littérature qui remet en question l'idée que la délibération ne remplit une fonction correctrice que lorsque l'intuition « tourne mal » (De Neys, 2022). La délibération semble pertinente principalement dans les situations où l'intuition ne génère pas une réponse directe.

Nos données sont également cohérentes avec l'idée que le niveau de doute est lié à la profondeur de la délibération. Un doute faible peut être lié à des stratégies de délibération plus superficielles telles que la rationalisation, qui vise à confirmer pourquoi l'intuition d'une personne est une réponse appropriée à un problème donné. En revanche, un doute fort peut être lié à une forme de délibération plus profonde et plus analytique, le découplage, qui vise à contester, et éventuellement à infirmer, une intuition. Bien que provisoire, cette interprétation des données actuelles est conforme aux modèles actuels (Pennycook

et al., 2015). Cela est également cohérent avec l'idée que la délibération n'est pas un processus unique, mais qu'elle peut englober plusieurs mécanismes alternatifs, tels que la rationalisation et le découplage.

Nous abordons maintenant quelques limites de nos études. Tout d'abord, nous avons défini et mesuré le doute en utilisant uniquement des auto-évaluations. Nos résultats sur l'état émotionnel des participants dans des situations de conflits cognitifs étant cohérents avec les résultats physiologiques observés ailleurs, cela semble tout de même être une mesure valide (De Neys et al., 2010 ; Purcell et al., 2023). Une autre limite de notre étude, et des études précédentes utilisant des paradigmes similaires, est que nous ne pouvons pas déterminer si nous avons réussi à isoler l'intuition de la délibération. Cependant, même si la délibération était impliquée dans une certaine mesure dans la première réponse « rapide », cela n'invaliderait pas le fait que le doute a été jugé intimement lié à la délibération. Une dernière limite est que nous avons limité l'étude aux syllogismes et au raisonnement déductif. Les résultats de la présente étude devraient être généralisés à d'autres cas de problèmes de raisonnement. Parmi ces problèmes, mentionnons les problèmes de négligence du taux de base (Tversky et Kahneman, 1974) et les problèmes de la batte et de la balle (Frederick, 2005). D'autres études ont démontré que ces types de problèmes entraînent également une réduction de la confiance dans les réponses. Il est donc probable que les résultats de cette étude s'appliqueraient à d'autres types de problèmes de raisonnement (Bago & De Neys, 2017; Białek & De Neys, 2016; De Neys et al., 2008; Thompson & Johnson, 2014).

En somme, les résultats actuels corroborent l'idée qu'un état émotionnel de doute est associé à l'échec intuitif et au déclencheur de la délibération. Le doute se caractérise par deux attributs distincts : une valence négative et une origine inhérente à l'évaluation (*appraisal*) d'une situation discontinue ou incohérente, comme dans les conflits cognitifs. Ce doute augmenterait la motivation à utiliser des ressources cognitives et utiliser sa délibération. Enfin, le rôle de la délibération serait de lever l'état émotionnel négatif du doute.

Les résultats actuels placent la réponse émotionnelle au centre du processus de passage de l'intuition à la délibération, et donc au cœur des modèles de raisonnement à double processus. Pour autant, tester notre modèle de l'aversion au doute demande une manipulation du doute plus directe. En effet, réussir à augmenter le doute devrait aussi augmenter le niveau de délibération. Le prochain

chapitre tentera de faire état de cette manipulation et des implications des résultats empiriques pour notre modèle.

### **Stratégie d'analyses**

Dans nos protocoles expérimentaux, y compris ceux des deux premières études, chaque participant est amené à résoudre plusieurs problèmes de raisonnement. Cette procédure engendre une structure de données hiérarchique à mesures répétées, dans laquelle plusieurs observations sont imbriquées au sein de chaque individu. Par ailleurs, les items eux-mêmes — c'est-à-dire les problèmes de raisonnement — peuvent différer sur plusieurs dimensions théoriquement pertinentes, telles que leur niveau de difficulté, leur degré de conflictualité, ou encore leur charge cognitive. Ces variations introduisent une seconde source de variance, cette fois au niveau des items. Il est donc essentiel d'adopter des méthodes d'analyse capables de prendre simultanément en compte cette double hiérarchie des données.

Pour cette raison, nous avons opté pour l'utilisation de modèles linéaires mixtes dans nos études récentes. Ce changement de stratégie analytique s'est imposé afin d'améliorer la robustesse de nos inférences et de confirmer que les effets obtenus dans nos deux premières études ne relèvent pas de phénomènes circonstanciels ou d'artéfacts liés à la simplicité des analyses initiales. En tenant compte de la structure imbriquée des données — à la fois entre les participants et entre les problèmes — les modèles mixtes permettent de mieux estimer la variance réelle associée à l'effet du doute sur l'engagement dans un raisonnement délibératif. Ce cadre plus exigeant sur le plan statistique renforce donc la validité de notre hypothèse, selon laquelle le doute, en tant qu'émotion négative, souvent déclenchée par un échec de l'intuition, constitue un facteur motivationnel dans le passage à une forme de raisonnement plus coûteuse, mais plus fiable : la délibération.

## Résumé du chapitre 2

Le but des études présentées dans ce chapitre était, dans un premier temps, d'établir empiriquement le lien entre l'échec de l'intuition — provoqué ici par des conflits cognitifs — et le doute. Pour cela, nous avons élaboré une échelle de mesure du doute permettant de réunir, en un seul indice, les trois caractéristiques théoriques du concept : la sensation de blocage liée à l'inadéquation entre le but et la situation, la composante désagréable, et enfin la dimension phénoménologique d'une émotion proche du doute. Dans un deuxième temps, ces études nous ont permis de démontrer un lien entre l'expérience de doute et l'engagement du raisonnement délibératif.

Enfin, un dernier objectif des études présentées ici consistait à affiner notre compréhension du doute. En particulier, nous avons mis en évidence un lien entre le doute et l'anxiété, et aussi entre le doute et l'éveil physiologique. Ces résultats renforcent l'interprétation qu'une expérience émotionnelle est le phénomène déclencheur du raisonnement délibératif.

Nos études résonnent également avec certaines propositions théoriques de la littérature. Nous apportons un soutien empirique à l'idée selon laquelle la délibération n'est pas un processus monolithique, mais peut impliquer des efforts de nature et d'intensité variables. Plus précisément, les situations caractérisées par un doute marqué et une délibération importante semblaient orienter les participants vers l'usage du découplage, tandis que d'autres situations, suscitant une délibération, mais accompagnées d'un doute plus faible, semblaient plutôt favoriser un processus de rationalisation.

### Chapitre 3 : Manipuler le doute

Ce chapitre est une traduction de l'article : Cortial, C., Prado, J., & Caparos, S. (*in review*). The impact of frowning and doubt on deductive reasoning. *Motivation and Emotion* (Voir la version originale en Annexe 4)

Abstract :

Human reasoning involves a balance between fast, intuitive responses and slower, deliberative thinking. While deliberation is effortful and often unpleasant, its motivational triggers remain unclear. Drawing on appraisal theory, we propose that the emotion of doubt—characterized by uncertainty and cognitive blockage—acts as a trigger for deliberation. In this pre-registered study (N = 414), participants solved deductive reasoning problems varying in cognitive conflict (conflict vs. non-conflict) while being instructed to frown or not, based on the facial feedback hypothesis. Doubt and several indices of deliberation were measured after each trial. Results showed that conflict problems elicited greater doubt and arousal, and that doubt was positively associated with self-reported cognitive effort. Frowning amplified these emotional effects, increasing doubt and arousal, though it had limited impact on behavioral measures of deliberation (e.g., response times, answer changes). These findings suggest that doubt, as a negative emotional response to conflict, plays a motivational role in engaging deliberation. Frowning may modulate this process by enhancing the emotional salience of conflict. The results support an integrated model of reasoning in which emotion—particularly doubt—helps regulate the shift from intuitive to deliberative thought.

Dans le deuxième chapitre, nous avons montré que les problèmes de raisonnement générant un conflit cognitif (c'est-à-dire, où plusieurs réponses intuitives entrent en opposition) provoquent un niveau de doute significativement plus élevé que les problèmes de raisonnement non-conflits, et que ce doute est corrélé à un engagement accru de la délibération. Cependant, cette approche corrélacionnelle, bien qu'informatrice, ne permet pas d'inférer un lien causal entre doute et délibération. Pour répondre à

cette limite, le troisième chapitre adopte une approche expérimentale pour manipuler directement le doute, via une manipulation inspirée de l'hypothèse de la rétroaction faciale. Le doute était manipulé en induisant un froncement de sourcils — une expression faciale typiquement associée à l'incertitude — pour tester l'hypothèse qu'un froncement de sourcil augmente le doute ressenti et, par voie de conséquence, stimule l'engagement délibératif.

\*\*\*

Le raisonnement humain impliquerait deux mécanismes cognitifs distincts : l'intuition et la délibération. Alors que la délibération est un processus conscient et contrôlé nécessitant une pensée analytique approfondie – exigeante sur le plan mental et coûteuse en ressources –, l'intuition fonctionne de manière automatique et repose sur des processus cognitifs sans effort (Epstein, 1994 ; Evans, 2006 ; James, 1890 ; Kahneman, 2003 ; Sloman, 1996 ; Stanovich & West, 2000). Étant donné que la délibération est à la fois coûteuse et désagréable (David et al., 2024 ; Stanovich, 2018), un défi central pour les théories du raisonnement est d'expliquer ce qui déclenche l'activation d'un tel processus fastidieux et peu économique.

La présente étude explore l'idée selon laquelle une expérience émotionnelle négative — le doute — serait au cœur du passage de l'intuition à la délibération.

Les modèles actuels du raisonnement postulent que la délibération est activée lorsque l'organisme détecte un échec de l'intuition (Evans & Stanovich, 2013 ; Kahneman, 2011). Un type particulier d'échec se produit lorsque plusieurs intuitions conflictuelles apparaissent simultanément et forment ce que l'on appelle un « conflit cognitif ». Un large corpus de travaux montre que le conflit cognitif conduit souvent à l'activation du raisonnement délibératif (De Neys, 2012, 2014 ; De Neys et al., 2010 ; De Neys & Pennycook, 2019), ce qui implique qu'un système de surveillance permettrait de détecter ce conflit.

Ce système de surveillance a été décrit comme reposant sur des jugements métacognitifs de second ordre portant sur la qualité des intuitions. Thompson et al. (2011), par exemple, ont décrit une

expérience métacognitive nommée *Feeling of Rightness* (FOR, « sentiment de justesse »). Le FOR résulterait d'une auto-évaluation de la confiance accordée à la validité d'une réponse. Les intuitions fluides, familières et non conflictuelles généreraient un FOR fort, signifiant que la délibération est inutile (Thompson et al., 2013, 2018 ; Thompson & Johnson, 2014). À l'inverse, un FOR faible indiquerait que la délibération doit être activée pour résoudre le problème. D'autres termes ont été utilisés pour décrire ce système de surveillance, tels que *Feeling of Error* (FOE, « sentiment d'erreur » ; Ackerman & Thompson, 2017 ; Fernandez Cruz et al., 2016 ; Gangemi et al., 2015), *Feeling of Wrongness* (FOW, « sentiment d'incorrection » ; Ackerman & Thompson, 2017), ou encore *Response Uncertainty* (RU, « incertitude de réponse » ; De Neys, 2022).

Quel que soit le terme employé, FOR, FOE, FOW ou RU ont tous été conceptualisés comme des processus avant tout cognitifs (c'est-à-dire des évaluations quantitatives de la force des intuitions) et s'inscrivent dans un cadre métacognitif. Cependant, ce cadre laisse partiellement inexplicite la question de la motivation : lorsqu'une intuition est jugée incertaine ou faible, pourquoi serions-nous motivés à engager une délibération coûteuse ? Pourquoi ne pas se contenter d'une intuition sous-optimale ? Une explication distale pourrait être d'ordre évolutif : ne pas se soucier de ses erreurs nous rendrait vulnérables. Mais l'explication proximale demeure insuffisante. Nous proposons que la réponse réside dans un modèle qui intègre l'émotion au processus de raisonnement.

Plus précisément, la théorie de l'évaluation de l'émotion (*Appraisal Theory of Emotion*) pourrait être particulièrement pertinente pour les modèles de raisonnement à double processus. Selon cette théorie, les réactions affectives résultent d'une évaluation de la congruence entre la situation et les objectifs de l'individu, ce qui génère des réponses physiologiques, des tendances à l'action et des expressions motrices motivant l'action (Moors et al., 2013 ; Scherer & Moors, 2019). La motivation à raisonner délibérément pourrait ainsi découler d'une émotion négative déclenchée par l'évaluation d'une situation dans laquelle les objectifs de l'individu divergent des opportunités offertes par l'environnement. Cette émotion — que nous appelons doute (Cortial et al., 2025a, 2025b ; Dewey, 1910) — est intrinsèquement désagréable, et la délibération serait motivée par le besoin de la dissiper.

Les expériences métacognitives telles que le FOR, le FOE, le FOW ou la RU, étant théorisées comme s'appuyant sur des indices affectifs pour se construire (Thompson et al., 2011 ; Thompson & Morsanyi,

2012), guideraient ensuite les efforts nécessaires pour résoudre le problème engendré par le sentiment désagréable de doute.

Nous avons précédemment défendu l'idée que le doute peut être caractérisé par trois dimensions fondamentales : l'incertitude, le caractère désagréable, et le sentiment de blocage (Cortial et al., 2025a). Premièrement, l'incertitude est un aspect central du doute, qui émerge dans des situations de perplexité, de confusion ou d'hésitation. De manière révélatrice, les termes employés dans plusieurs modèles de raisonnement (RU, FOE, FOR) renvoient explicitement à cette notion. Ce sentiment d'incertitude ne se limite pas au problème lui-même, mais peut aussi émaner de caractéristiques personnelles, telles que les traits de personnalité ou les « logiciels mentaux » (*mindware*) des individus (Berenbaum et al., 2008 ; Fergus & Rowatt, 2014 ; Šrol & De Neys, 2021). Deuxièmement, la dimension désagréable du doute provient du fait qu'une intuition faible est interprétée comme « menaçante » et suscite une émotion négativement valencée. Ainsi, alors que les intuitions fluides et familières sont liées à des affects positifs (Morsanyi & Handley, 2012 ; Thompson, 2009 ; Thompson et al., 2011 ; Thompson & Morsanyi, 2012 ; Trippas et al., 2016 ; Zizak & Reber, 2004), le système cognitif évalue la disfluence cognitive comme un phénomène nuisible (Dreisbach & Fischer, 2012, 2015 ; Proulx et al., 2012). Les individus préfèrent la prévisibilité à l'incertitude (Gawronski & Strack, 2012 ; Mendes et al., 2007 ; Proulx et al., 2012), et la discontinuité est vécue comme désagréable (Hajcak, 2012 ; Hajcak & Foti, 2008 ; Topolinski et al., 2009). Enfin, et en lien avec les deux points précédents, le doute émerge lorsqu'il existe un écart entre ce que l'individu veut et ce que l'environnement lui propose — autrement dit, dans des situations de blocage —, ce qui est en accord avec les théories de l'évaluation des émotions (Moors et al., 2017 ; Moors & Fischer, 2019).

En résumé, nous formulons l'hypothèse suivante : des intuitions faibles génèrent un état désagréable de discontinuité menaçante, que nous appelons « doute ». L'objectif de la présente étude était d'apporter un soutien empirique à cette hypothèse.

Notre premier objectif était de répliquer des résultats d'une étude précédente montrant que le conflit cognitif dans des problèmes de raisonnement (De Neys & Pennycook, 2019) génère du doute, et que cette émotion négative est associée à une augmentation de la délibération.

Le second objectif était d'examiner plus avant le lien entre doute et raisonnement, via une manipulation expérimentale du doute, en utilisant le froncement de sourcils. En effet, l'hypothèse du feedback facial postule que les expressions faciales peuvent influencer l'état émotionnel subjectif (voir Coles et al., 2019, pour une méta-analyse). Ainsi, le fait de froncer les sourcils devrait augmenter l'expérience subjective du doute. Cette idée est soutenue par des travaux montrant que le froncement de sourcils (et l'activation du muscle corrugateur) est lié à des expériences d'incertitude (Bitti et al., 2014), de faible confiance (Stepper & Strack, 1993), de disfluece (Cacioppo et al., 1986 ; Pope & Smith, 1994 ; Scherer & Ellgring, 2007 ; Smith, 1989), et de conflit cognitif (Berger et al., 2020 ; Lindström et al., 2013). Le froncement est également associé à l'effort mental et à la concentration (Stepper & Strack, 1993 ; Tourangeau & Ellsworth, 1979). Nous avons donc prédit que demander aux participant·es de froncer les sourcils augmenterait leur expérience subjective du doute. Nous avons ensuite exploré si cette augmentation du doute induite par le froncement entraînerait une hausse de la délibération.

Bien qu'une étude fondatrice ait montré que les participant·es donnaient davantage de réponses logiques à des problèmes de raisonnement lorsqu'ils fronçaient les sourcils (par rapport à une condition de contrôle où ils gonflaient les joues ; Alter et al., 2007), des travaux ultérieurs n'ont pas réussi à reproduire cet effet (Thompson et al., 2013).

Des problèmes méthodologiques pourraient expliquer l'hétérogénéité des résultats. D'une part, l'étude d'Alter et al. (2007) utilisait l'exactitude des réponses comme mesure de la délibération. Or, l'intuition peut aussi conduire à des réponses logiques et non biaisées, si bien qu'une augmentation de l'exactitude ne reflète pas nécessairement une augmentation de la délibération (Alter et al., 2013 ; De Neys, 2012, 2023 ; De Neys & Pennycook, 2019). D'autre part, bien que l'effet du feedback facial soit robuste, sa taille d'effet est faible (Coles et al., 2019). L'étude de Thompson et al. (2013) manquait peut-être de puissance statistique pour le détecter ( $N = 72$  participant·es).

Nous avons manipulé deux variables dans un plan intraparticipant. D'abord, nous avons introduit un conflit entre la logique et la crédibilité des conclusions dans des problèmes de raisonnement déductif (variable conflit : conflit vs pas de conflit). Ensuite, nous avons manipulé le froncement, en demandant aux participant·es de froncer les sourcils dans certains essais, et pas dans d'autres (variable

froncement : froncement vs sans froncement). Nous avons utilisé un paradigme à deux réponses afin de distinguer le raisonnement intuitif du raisonnement délibératif (Thompson et al., 2011).

Nous avons formulé plusieurs prédictions :

- Une interaction entre les variables conflit et froncement, tel que le froncement viendrait renforcer le doute généré par les problèmes conflictuels, jouant ainsi un rôle de potentialisateur émotionnel ;
- Des niveaux de délibération liés au doute, c'est-à-dire une délibération plus forte lorsque le doute est élevé, donc maximale dans la condition conflit-froncement ;
- Une corrélation entre l'expérience générale du doute et l'anxiété d'état mesurée en fin d'étude, venant ainsi confirmer la valence négative du doute.

## ÉTUDE 3

### Méthode

#### *Préenregistrement*

Le plan de l'étude, la question de recherche et les analyses ont été préenregistrés sur Open Science Framework (<https://osf.io/fgnqe>).

#### *Participants*

Les participants francophones ont été recrutés à partir d'une liste de diffusion qui englobait l'ensemble de la population étudiante et salariale de l'Université Clermont-Auvergne. Les études 1 et 2 nous ont permis d'avoir des attentes sur les tailles des effets mesurés. L'ampleur de l'effet de l'impact du conflit cognitif sur le doute était faible, à savoir  $d = 0,14^4$ , et une analyse Jpower (module Jamovi) a indiqué qu'un échantillon d'au moins 439 participants permettraient de détecter un effet.

Compte tenu des difficultés à recruter des participants, nous avons arrêté le recrutement après avoir atteint l'échantillon de 432 participants, ce qui était proche de la taille de l'échantillon cible. Dix-huit participants ont été exclus des analyses en raison de leur échec au test d'attention incorporé dans l'expérience. La taille finale de l'échantillon pour l'analyse comprenait donc 414 participantes (296 femmes, âge moyen :  $M = 22,3$  ans,  $ET = 6,33$ ). La majorité des participants ont déclaré avoir terminé des études secondaires ( $n = 294$ ), tandis que d'autres ont déclaré avoir terminé des études de premier cycle ( $n = 56$ ), des études supérieures ( $n = 62$ ) ou seulement des études primaires ( $n = 2$ ).

### *Matériels*

#### *Syllogismes*

L'expérience a été menée en ligne et suivait la même structure générale que nos deux premières études. Les participants ont été invités à déterminer la validité logique des syllogismes, qui ont été construits à l'aide de versions catégoriques de deux inférences conditionnelles : la première étant équivalente au *Modus Ponens* (Si P alors Q, P est vrai, donc Q est vrai), et la seconde étant équivalente

---

<sup>4</sup> Nous utilisons ici un  $d$  de Cohen (plutôt qu'un  $r$  issu des tests de Wilcoxon précédents), car cette métrique est mieux adaptée aux modèles linéaires mixtes prévus dans cette troisième étude, et permet une estimation de puissance plus cohérente avec cette approche paramétrique.

à l’Affirmation du Conséquent (Si P alors Q, Q est vrai, donc P est vrai). Le premier étant logiquement valide et la seconde invalide.

Chaque problème de l’étude comprenait une prémisse principale, une prémisse mineure et une conclusion. Par exemple : « Tous les oiseaux peuvent voler. Les pingouins sont des oiseaux. Par conséquent, les pingouins peuvent voler. »

Pour la moitié des problèmes, la validité logique de la conclusion entraînait en conflit avec sa crédibilité, ce qui a donné lieu à des « problèmes conflit ». Certains problèmes peuvent être logiques, mais avoir une conclusion non-credible comme « Les ordinateurs sont des mammifères », ou ils peuvent être illogiques, mais avoir une conclusion crédible. Dans l’autre moitié des problèmes, la validité de la conclusion n’entraînait pas en conflit avec sa crédibilité, ce qui a entraîné des « problèmes non-conflits ».

Chaque participant s’est vu présenter douze syllogismes, issus des travaux de Boissin et al. (2023) et traduits en français. L’ensemble complet des problèmes liés et non-conflits se trouve en annexe.

### *Échelle du doute*

Après chaque réponse à un problème donné, les participants ont été invités à indiquer s’ils avaient éprouvé un doute en résolvant le problème. On leur a fourni une échelle de Likert à quatre options (c’est-à-dire « pas du tout », « pas vraiment », « tout à fait » et « complètement ») correspondant à la dernière version de l’échelle à 3 items : « Je me suis senti bloqué », « J’ai ressenti des doutes » et « J’ai trouvé le reflet désagréable ». Ces énoncés englobent la composante *d’appraisal*, la manifestation subjective du doute et sa valence négative. L’échelle a démontré une cohérence interne satisfaisante avec une valeur alpha de Cronbach de 0,84.

### *Arousal*

Pour chaque participant, nous avons mesuré un score *d’arousal* à l’aide d’une échelle *d’arousal SAM-Manikin*, de calme/serein à agité/arousallé/arousallé (Bradley et Lang, 1994). Les participants devaient rendre compte de ce qu’ils « ressentait en résolvant le problème ».

### *State-Trait Anxiety Inventory*

À la fin de l'expérience, les participants ont rempli un questionnaire sur l'anxiété d'état. Ce questionnaire était la même version réduite à 5 items de la STAI utilisée lors des études précédentes (Zsido et al., 2020 ; Cronbach  $\alpha = 0,91$ ). Notre étude montre une bonne cohérence interne de l'échelle,  $\alpha$  de Cronbach = 0,71.

### ***Procedure***

Avant de commencer l'expérience, les participants ont reçu une explication complète du processus. Ils ont été informés que la tâche nécessiterait environ 15 minutes et toute leur attention. Il était aussi signifié qu'elle devait être accomplie sur un ordinateur et non sur un téléphone mobile. Pour chaque problème de raisonnement, les participants devaient déterminer si la conclusion était logiquement valide ou invalide.

Les participants ont été informés que chaque problème apparaîtrait deux fois, nécessitant deux réponses : l'une basée sur l'intuition immédiate et l'autre après une réflexion réfléchie. Au cours de la première présentation, les participants étaient sous pression temporelle alors que durant la deuxième présentation, ils avaient un temps illimité pour reconsidérer et éventuellement réviser leur réponse initiale. Un entraînement leur était proposé pour familiariser les participants avec cette méthode à double réponse.

La structure expérimentale suit le paradigme de Bago et De Neys (2017). Chaque essai débutait par une croix de fixation (2 000 ms), suivie successivement de la prémisse principale (2 000 ms), puis de la prémisse mineure (2 000 ms). Ensuite, la conclusion apparaissait avec la question : « Le dernier énoncé découle-t-il logiquement des deux premiers ? » et les options « oui » ou « non ». Les participants disposaient de 3 000 ms pour répondre, soit 7 000 ms au total depuis le début de l'essai (t1). Pour marquer l'urgence, les boutons de réponse devenaient rouges après 2 000 ms, signalant qu'il ne restait que 1 000 ms. L'essai se terminait par une échelle d'évaluation du doute, suivie d'une présentation complète du problème pour un jugement final sans contrainte de temps (t2).

L'exactitude des réponses initiales (t1) et finales (t2) a été enregistrée. Les temps de réaction n'ont été mesurés que pour les réponses t2, car les réponses initiales ont été recueillies sous pression

temporelle et donc exclues des analyses de temps de réaction. Nous avons utilisé trois mesures comme indices du raisonnement délibératif. Tout d'abord, nous avons examiné les temps de réponse (RT) pour fournir la deuxième réponse (vraisemblablement délibérative) (t2). Deuxièmement, nous avons mesuré le nombre de changements de réponse entre la première réponse (t1) et la deuxième réponse (t2). Un changement dans la réponse est susceptible d'indiquer que les participants ont réévalué leur réponse initiale, peut-être par le biais de processus délibératifs.

Enfin, nous avons raffiné notre mesure d'auto-rapport de délibération (*Self-reported deliberation use* ; SRD). Étant donné que la délibération est un processus cognitif coûteux, nous avons explicitement demandé aux participants d'évaluer leur sentiment d'effort cognitif (*Feeling of cognitive effort* ; FCE) après avoir fourni la deuxième réponse (délibérative). Les participants ont indiqué s'ils avaient fait « un effort de réflexion » en sélectionnant l'une des deux options suivantes : 1) j'ai fait un effort pour réfléchir davantage (note « 1 ») ; 2) Je n'ai pas fait l'effort de réfléchir davantage (noté « 0 »).

L'ajout de cette étude est l'induction du doute par le froncement de sourcil. Pour cela, les 12 problèmes ont été divisés en deux blocs. Dans le premier bloc, les participants ont été explicitement invités à froncer les sourcils, l'instruction étant accompagnée d'une photo de quelqu'un fronçant les sourcils (voir figure 3.1). Dans le deuxième bloc, aucune demande spécifique n'a été faite. Il est important de noter que le froncement des sourcils n'a été demandé que pendant la partie résolution de problèmes de chaque essai (et non pendant les parties du questionnaire). L'ordre des blocs a été aléatoire, de sorte que la moitié des participants ont froncé les sourcils pendant la résolution des six premiers problèmes et se sont détendus pour les six autres, et vice versa pour l'autre moitié des participants.

### **Figure 3.1**

Photographies présentées aux participants



Un test d'attention a été présenté au hasard au cours de l'expérience, où les participants devaient cocher la sixième case d'un panneau de 10 cases et choisir la case « non » parmi deux choix (oui/non). À la fin de l'étude, les participants ont rempli la sous-échelle de l'anxiété d'état du STAI.

### ***Analyses***

Les analyses des données ont été effectuées à l'aide du *package* *gamlj* implémenté dans Jamovi. La performance à t1 et t2, le changement de réponse et le FCE ont été analysés à l'aide de modèles logistiques mixtes. La RT, les niveaux de doute et les niveaux d'arousal ont été analysés à l'aide de modèles mixtes linéaires. Tous les modèles ont inclus dans leurs effets fixes une ordonnée à l'origine, un effet principal du conflit (c'est-à-dire le conflit par rapport au non-conflit) et un effet principal du froncement des sourcils (c'est-à-dire le froncement des sourcils par rapport à l'absence de froncement des sourcils), ainsi que les interactions entre ces facteurs. Tous les modèles avaient une structure d'effets aléatoires maximale, avec des interceptions aléatoires et des pentes par sujet pour le conflit et le froncement de sourcils et leur interaction. Notons toutefois que nous avons dû supprimer la pente d'interaction pour le modèle associée à la performance au t1, car le modèle ne convergeait pas (détails en annexe).

### ***Éthique***

Les participants ont donné leur consentement éclairé et ont été informés que la participation était anonyme. Étant donné que la participation était volontaire et s'effectuait en ligne, les participants pouvaient interrompre leur participation à tout moment s'ils le souhaitaient, sans conséquences. L'expérience a été approuvée par le Comité d'éthique de l'Université de Clermont-Auvergne (IRB00011540-2023-17).

### **Results**

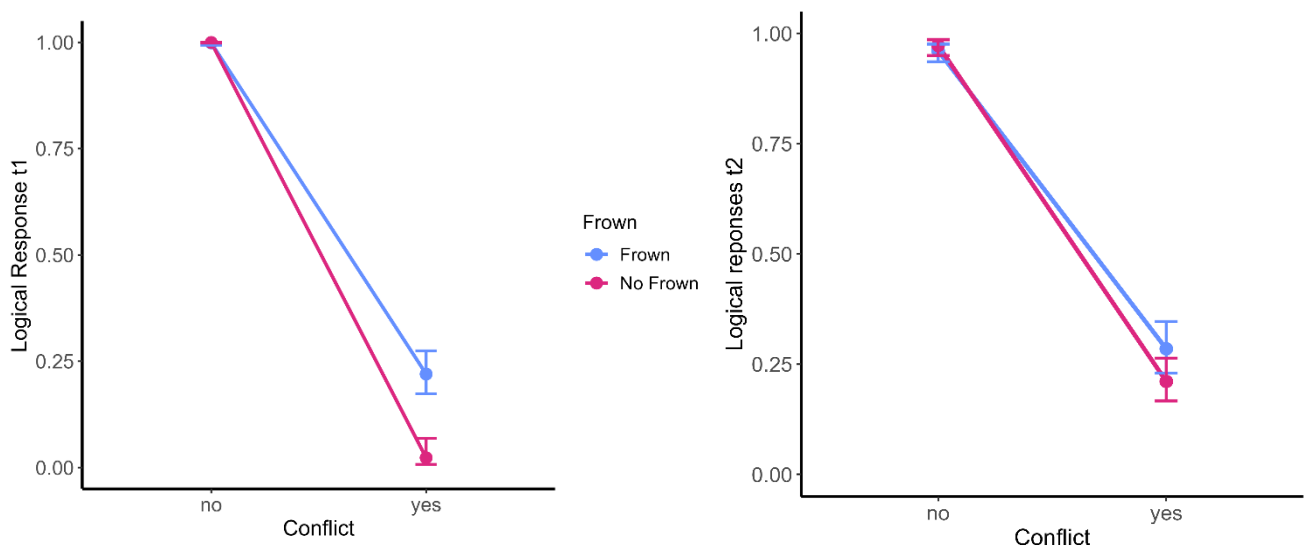
*Impact du conflit et du froncement sur la logicité des réponses*

En moyenne, les participants ont obtenu un nombre de réponses logiques au t1 significativement plus élevé pour les problèmes non conflictuels ( $M_{non-conflict} = 4.45$  out of 6;  $SD = 1.68$ ) que pour les problèmes de conflit ( $M_{conflict} = 1.14$  out of 6;  $SD = 1.55$ ),  $\beta = -9.908$ ,  $SE = 0.669$ ,  $\chi^2(1) = 219.04$ ,  $p < .001$ . Bien que les réponses finales (t2) aient été globalement plus précises que les réponses initiales ( $M_{non-conflict} = 5.26$ ,  $SD = 1.01$ , vs  $M_{conflict} = 2.23$ ,  $SD = 1.78$ ), l'écart de performances entre les problèmes non-conflits et les problèmes conflits est resté important,  $\beta = -4.511$ ,  $SE = 0.239$ ,  $\chi^2(1) = 355.3$ ,  $p < .001$ .

Notre analyse n'a révélé aucun effet du froncement des sourcils sur la logique des réponses au t1,  $\beta = -0.58$ ,  $SE = 0.651$ ,  $\chi^2(1) = 0.796$ ,  $p = .37$ , ni sur la logique au t2,  $\chi^2(1) = 0.01$ ,  $p = .92$ . Cependant, l'interaction entre le conflit et le froncement de sourcils était significative pour t1,  $\beta = -3.801$ ,  $SE = 1.343$ ,  $\chi^2(1) = 8.013$ ,  $p = .005$ , et il y avait une tendance pour t2,  $\beta = -0.796$ ,  $SE = 0.451$ ,  $\chi^2(1) = 2.88$ ,  $p = .09$ . Le froncement des sourcils semble augmenter le nombre de réponses logiques face aux problèmes conflits (voir figure 3.2).

**Figure 3.2**

*Interaction Between frown and conflict on Logical response at t1 and t2*



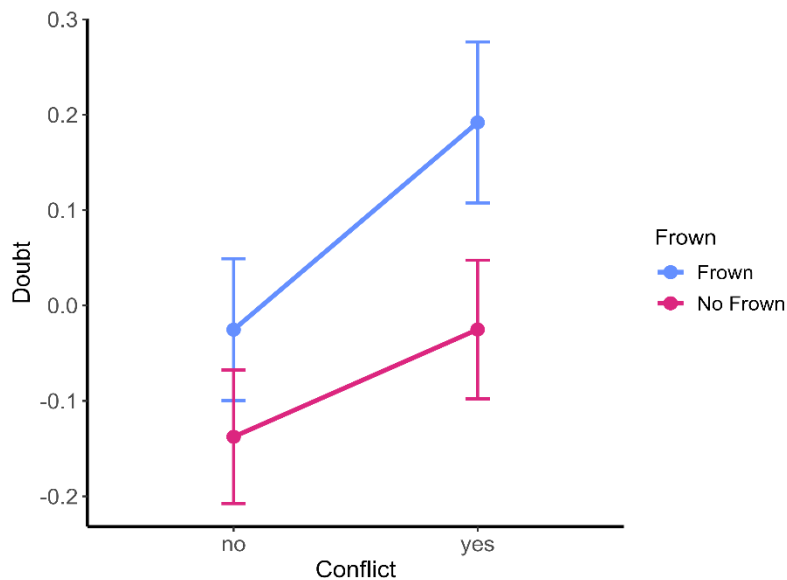
*Impact du conflit et du froncement des sourcils sur le doute*

Le doute était nettement plus élevé face aux problèmes conflits ( $M = 0.41$ ,  $SD = 0.34$ ) que dans les problèmes non conflictuels ( $M = 0.33$ ,  $SD = 0.31$ ),  $\beta = 0.356$ ,  $SE = 0.047$ ,  $F(1,1519) = 57.11$ ,  $p <$

.001. Il y avait aussi un effet principal significatif du froncement sur le doute,  $\beta = -0.356$ ,  $SE = 0.0661$ ,  $F(1,414) = 29.01$ ,  $p < .001$ , et une interaction entre Froncement et Conflit,  $\beta = -0.227$ ,  $SE = 0.0988$ ,  $F(1,417) = 5.26$ ,  $p = .022$  (voir figure 3.3), de sorte que le froncement a renforcé l'impact du conflit sur le doute.

**Figure 3.3**

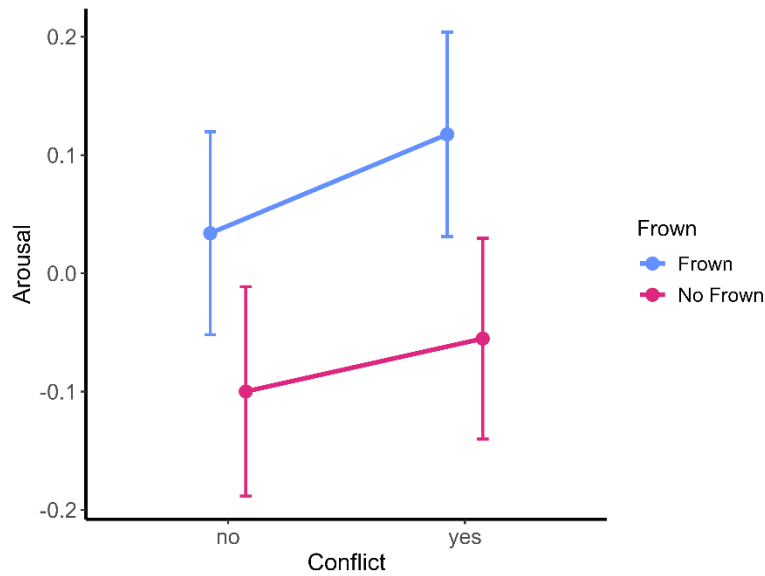
*Impact of Conflict and Frowning manipulations on level of doubt*



Les niveaux d'arousal étaient également significativement plus élevés dans la condition conflit ( $M = 2.01$ ,  $SD = 1.09$ ) que dans la situation non-conflit ( $M = 1.93$ ,  $SD = 1.07$ ),  $\beta = 0.069$ ,  $SE = 0.019$ ,  $F(1,416) = 102.64$ ,  $p = .001$ . De plus, il y avait un effet principal du froncement, avec des niveaux d'excitation plus élevés avec le froncement ( $M = 2.05$ ,  $SD = 1.08$ ) que sans ( $M = 1.89$ ,  $SD = 1.08$ ),  $\beta = -0.165$ ,  $SE = 0.0328$ ,  $F(1,405) = 25.29$ ,  $p < .001$  (see figure 3.4).

**Figure 3.4**

*Impact of Conflict and Frowning manipulations on level of arousal*



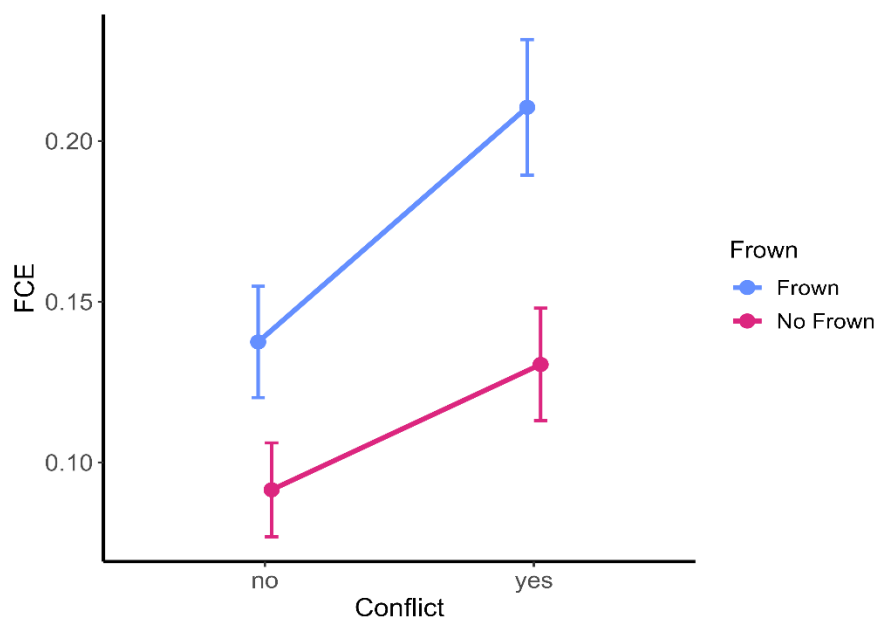
*Impact du conflit et froncement sur la délibération*

Nous avons observé un effet significatif du conflit sur le changement de réponse,  $\beta = 51.825$ ,  $SE = 0.58$ ,  $\chi^2(1) = 9.873$ ,  $p = .002$  (see tableau 3.1). Cependant, le modèle mixte n'a pas démontré d'effet principal du froncement,  $\chi^2(1) = 0.014$ ,  $p = 0.91$ , ni d'interaction entre le conflit et le froncement,  $\chi^2(1) = 0.013$ ,  $p = 0.91$ . Des résultats similaires ont été trouvés pour le t2 RT, où il y avait un effet principal de Conflit,  $\beta = 0.1005$ ,  $SE = 0.199$ ,  $F(1, 414) = 25.51$ ,  $p < .001$  (see tableau 3.1), mais pas d'effet principal du froncement de sourcils,  $F(1, 415) = 2.34$ ,  $p = .13$ , and no interaction effect,  $F(1, 415) = 1.36$ ,  $p = .24$ , et aucun effet d'interaction.

Enfin, les analyses ont révélé à la fois un effet du conflit sur le FCE,  $\beta = 0.456$ ,  $SE = 0.135$ ,  $\chi^2(1) = 11.48$ ,  $p < .001$ , et un effet de froncement,  $\beta = -0.517$ ,  $SE = 0.141$ ,  $\chi^2(1) = 13.524$ ,  $p < .001$ . Cependant, il n'y a pas eu d'interaction significative,  $\chi^2(1) = 0.189$ ,  $p = .66$  (voir Figure 3.5).

**Tableau 3.1***ChangeResp and RT means difference across conflict and frown conditions.*

	Conflict		Non-Conflict	
	Frown	No Frown	Frown	No Frown
Response Change (freq)	0.12 (0.32)	0.13 (0.34)	0.06 (0.25)	0.07 (0.25)
t2 RT (ms)	7117 (7588)	7280 (7990)	6176 (5437)	6177 (4481)

**Figure 3.5***Impact of Conflict and Frowning manipulations on Feeling of effort**Relation entre les mesures émotionnelles et la délibération*

Nous avons examiné si les réponses émotionnelles (mesurées à l'aide de l'échelle de doute, de la mesure d'arousal et d'anxiété d'état) étaient liées aux différentes mesures de délibération : FCE, RT t2 et fréquence des changements de réponse de t1 à t2. Nous avons également vérifié si le nombre de réponses logiques au t1 (AccT1) et au t2 (AccT2) était lié aux autres mesures, en utilisant des corrélations de Pearson. Les analyses ont révélé des associations positives entre les trois mesures émotionnelles (voir tableau 3.2). Les analyses ont également montré des relations positives entre les indices de délibération, en particulier en situation de conflit. Enfin, il y a des relations positives entre les indices émotionnels et délibératifs, bien qu'aucun lien significatif n'ait été observé entre le doute et

le nombre de changements de réponse (voir le tableau 232). Enfin, nous notons que, bien que le doute soit positivement lié aux réponses logiques en situation de conflit, il était négativement lié aux réponses logiques (t1) en non-conflit. Nous retrouvons se renversement de corrélation de conflit à non-conflit pour la relation entre Changement de réponse et réponse logique au t2, qui est positif en conflit et négatif en non-conflit.

**Tableau 3.2**  
*Tableau général de corrélations*

		Conflict	Non-Conflict
<b>Doubt</b>			
	Anxiety	.51***	.45***
	FCE	.48***	.41***
	RespChange	.08	.04
	t2 RT	.16**	.20***
	AccT1	.12*	-.18***
	AccT2	.19***	-.05
<b>Anxiety</b>			
	FCE	.34***	.26***
	RespChange	.13**	.06
	t2 RT	.16**	.17***
	AccT1	-.02	.01
	AccT2	.03	.04
<b>FCE</b>			
	RespChange	.24***	.14*
	t2 RT	.32***	.32***
	AccT1	.24***	-.03
	AccT2	.32***	-.04
<b>RespChange</b>			
	t2 RT	.26***	-.02
	AccT1	.09	.05
	AccT2	.27***	-.56***
<b>t2 RT</b>			
	AccT1	.15***	-.06
	AccT2	.29***	.07
<b>AccT1</b>			
	AccT2	.79***	.24***

*Note: Le tableau présente les valeurs de corrélation  $r$  de Pearson ; \*  $P < .05$ , \*\*  $P < .01$ , \*\*\*  $P < .001$ .*

#### 4. Discussion

Dans le présent chapitre, nous avons cherché à reproduire des résultats antérieurs montrant qu'une émotion négative émerge lorsque le raisonnement intuitif échoue à fournir une réponse directe à un problème, en particulier quand deux intuitions peuvent surgir simultanément et entrer en conflit (voir chapitre 2). Nous avons examiné si le niveau de doute était lié à l'engagement dans la délibération. Enfin, conformément à l'hypothèse de la rétroaction faciale (Coles et al., 2019), nous avons étudié si demander aux participants de froncer les sourcils augmenterait l'expérience du doute et, par conséquent, si cela augmenterait le niveau de délibération.

Premièrement, les résultats montrent que les problèmes conflits génèrent une expérience de doute plus forte que les problèmes non-conflits. De plus, ils ont montré que deux mesures de délibération (t2 RT et FCE) étaient positivement liées au doute. Nous notons que les scores de doute étaient fortement liés à l'arousal et à l'anxiété d'état, confirmant que le conflit dans les problèmes de raisonnement déductif déclenche une émotion négative. Enfin, les scores d'anxiété d'état étaient liés aux trois indices de délibération, ce qui soutient davantage l'idée que la délibération est généralement désagréable et liée à un état émotionnel négatif (David et al., 2024). Notre étude reproduit les résultats antérieurs et s'aligne avec les découvertes sur le raisonnement, où le conflit a été lié à des mesures émotionnelles et, plus précisément, à des mesures physiologiques telles que la dilatation pupillaire (Purcell et al., 2023) et l'activité électrodermale (De Neys et al., 2010).

Une autre découverte importante de cette étude était que, conformément à l'hypothèse de la rétroaction faciale (Coles et al., 2019), froncer les sourcils a amplifié l'expérience émotionnelle du doute en relation avec le conflit cognitif. Cette amplification a été observée tant dans les scores de doute que d'arousal. Imiter les caractéristiques physiques du doute a conduit à une augmentation de l'expérience subjective de cette émotion. Il y avait aussi des preuves que l'amplification du doute était suivie d'une augmentation de la délibération. Spécifiquement, le FCE était plus important dans la condition avec froncement que dans la condition sans froncement. Cependant, les deux autres indices de délibération (temps de réaction t2 et changements de réponse) n'étaient pas affectés par la manipulation du froncement. De plus, l'impact du froncement sur le FCE ne variait pas significativement selon les conditions conflit/non-conflit, suggérant que l'impact du froncement a pu être orthogonal à celui du conflit. Étant

donné que le FCE était la seule mesure de délibération affectée par le froncement, nous restons prudents dans notre interprétation selon laquelle froncer les sourcils a réussi à augmenter l'utilisation du raisonnement délibératif. Cependant, nous notons que nos résultats offrent une réplique conceptuelle d'Alter et al. (2007). Comme eux, nous avons observé une augmentation du nombre de réponses logiques quand les participants fronçaient les sourcils, en particulier dans la condition de conflit. Bien que cet effet ait été observé pour les réponses t1 (intuitives) et t2 (délibérées), il était plus fort pour les réponses t1. Ce résultat clarifie également les résultats hétérogènes entre l'étude d'Alter et al. (2007) et celle de Thompson et al. (2013). En effet, bien que nous ayons observé une augmentation de performance associée au froncement, comme noté par Alter et al. (2007), notre étude indique que cette augmentation ne peut pas être attribuée uniquement à une augmentation du raisonnement délibératif, comme proposé par Thompson et al. (2013). D'autres facteurs ont pu entrer en jeu, par exemple l'engagement dans la tâche.

Une explication des présents résultats est que froncer les sourcils n'a pas seulement augmenté le doute résultant de la tâche en cours, mais a plutôt généré une expérience émotionnelle diffuse et incidente. En effet, une distinction importante a été établie par la recherche entre les émotions incidentes (« sentiments au moment de la décision non normativement pertinents pour décider, par exemple, la peur de faire un discours quand on décide entre des investissements » ; Lerner et al., 2015, p. 803) et les émotions intégrales (« émotions découlant du jugement ou du choix en question » ; Lerner et al., 2015, p. 802). Les émotions intégrales sont reconnues comme étant d'une grande importance pour la prise de décision et le raisonnement logique (Damasio, 1994). Les émotions incidentes, d'autre part, modifient les décisions de manière plus orthogonale, possiblement par des *carry-over effect* (Blanchette, 2006 ; Blanchette & Richards, 2010 ; Bodenhausen, 1993 ; Loewenstein & Lerner, 2003).

À cet égard, les sentiments de doute induits par le froncement peuvent avoir été liés à un sentiment vague d'incertitude. L'émotion incidente, qui n'était pas directement liée au problème lui-même, peut avoir généré chez les individus une augmentation de l'engagement général dans la tâche et/ou une augmentation de la méfiance envers ses intuitions (conduisant à choisir l'« autre réponse » en raison d'une « humeur méfiante » accrue). Cette idée expliquerait pourquoi les participants qui doutent davantage donnent moins de réponses logiques dans les problèmes t1 sans conflit. Être dans une « humeur méfiante » et chercher un piège dans un problème simple (sans conflit) diminuera mécaniquement le

nombre de réponses correctes. Le doute incident et le doute intégral peuvent tous deux augmenter la volonté de s'engager dans la délibération. Cependant, parce que le doute incident est plus vague et ne découle pas directement du problème lui-même – comme le fait le doute intégral – il a probablement une capacité plus faible à mobiliser directement des efforts délibératifs.

La relation positive entre l'anxiété d'état et les mesures de délibération soutient davantage l'idée que le doute est au cœur de la pensée délibérative. Bien qu'il soit bien établi que l'anxiété diminue les capacités cognitives en polluant la mémoire de travail (Ashcraft & Kirk, 2001 ; Blanchette & Caparos, 2016 ; Channon & Baker, 1994 ; Darke, 1988 ; Derakshan & Eysenck, 1998 ; Kensinger & Corkin, 2003 ; Moran, 2016), nos résultats montrent que l'anxiété d'état est corrélée positivement à l'utilisation de la délibération. À cet égard, l'anxiété ne peut pas être considérée uniquement comme un obstacle au fonctionnement cognitif (Blanchette, 2014 ; Blanchette & Caparos, 2013 ; Fernando et al., 2016 ; MacKuen et al., 2010 ; Valentino et al., 2008).

Nous allons maintenant soulever quelques limites de la présente étude. Premièrement, l'augmentation du doute liée au froncement n'a pas résulté en une augmentation des temps de réaction au t2 et des changements de réponse (les deux autres indices de délibération utilisés). Ceci peut s'expliquer par le fait que nous avons utilisé un plan intraparticipant. Bien qu'un tel plan augmente la puissance pour détecter un effet, il peut avoir causé un *carry-over effect*, rendant plus difficile la détection d'un lien entre froncement, doute et délibération. Deuxièmement, puisque cette étude a été réalisée en ligne, nous ne pouvons pas nous assurer que les gens ont constamment froncé les sourcils quand on le leur demandait. Cependant, l'observation d'un impact du froncement sur le doute et l'arousal fournit une preuve indirecte que les instructions ont été généralement suivies par les participants. Une autre limite de notre étude est que la condition contrôle consistait à « ne pas froncer les sourcils » et n'incluait aucune action alternative (comme gonfler les joues ; Alter et al., 2007 ; Thompson et al., 2013). Cependant, nous notons que nos résultats sont cohérents avec ces études précédentes, donc cette limite n'est sans doute pas un problème majeur. Enfin, les problèmes que nous avons utilisés étaient limités aux syllogismes de raisonnement déductif. Les résultats devront être généralisés à d'autres instances de problèmes de raisonnement complexes/conflictuels (Tversky & Kahneman, 1974 ; Frederick, 2005). D'autres études ont démontré que ces types de problèmes résultent aussi en une confiance réduite dans les réponses. Il est

donc probable que les découvertes de cette étude s'étendraient à d'autres types de problèmes de raisonnement (Bago & De Neys, 2017 ; Białek & De Neys, 2016 ; De Neys et al., 2008 ; Thompson & Johnson, 2014).

En résumé, froncer les sourcils peut être la source de deux types distincts de réactions émotionnelles. Premièrement, une réaction incidente, qui donne lieu à un sentiment vague de méfiance ou d'engagement accru dans la tâche, aidant ainsi à expliquer l'effet positif observé du froncement sur la logique du raisonnement. Deuxièmement, une forme intégrale de doute, qui explique la corrélation entre le doute et l'utilisation de la délibération. Dans les problèmes avec et sans conflit, des niveaux plus élevés de doute tendaient à promouvoir un effort cognitif accru.

Le présent travail fournit de nouvelles preuves soutenant l'idée que le domaine du raisonnement devrait s'inspirer de la théorie de *l'appraisal* (Moors & Fischer, 2019) afin de rendre compte des dynamiques en jeu lors du passage de l'intuition à la délibération. Un tel cadre théorique souligne le rôle important que joue l'émotion, d'abord pour signaler l'écart entre une sortie intuitive et les objectifs d'un individu, et ensuite pour motiver l'individu à s'engager dans une pensée délibérative coûteuse.

Pour autant, nos résultats ne nous permettent pas de trancher avec certitude sur le caractère émotionnel du doute. Afin de distinguer plus clairement le doute de l'incertitude cognitive, nous avons choisi de mener une étude centrée sur les différences interindividuelles. En effet, si le passage de l'intuition à la délibération résulte bien d'une émotion négative, alors la sensibilité à cette émotion — c'est-à-dire l'intensité avec laquelle nous la ressentons, notre capacité à la supporter, ainsi que notre tolérance à son inconfort — devrait 1) varier d'un individu à l'autre et, par conséquent, 2) influencer la manière dont le doute est vécu, et in fine, la force de l'engagement dans le raisonnement.

Le chapitre suivant sera donc consacré à l'opérationnalisation de cette analyse.

### Résumé du chapitre 3

L'étude présentée dans ce chapitre avait deux objectifs. D'une part, elle permettait une réplication des résultats du chapitre 2. L'étude a ainsi permis de confirmer que le doute, déclenché par un conflit entre intuitions, génère une émotion négative qui incite à la délibération. Les résultats confirment que les problèmes conflictuels suscitent davantage de doute que les non-conflictuels, et que ce doute est lié à l'arousal, à l'anxiété d'état et à des indices de raisonnement délibératif.

D'autre part, l'étude décrite dans le chapitre explorait aussi l'impact d'une manipulation directe du doute, manipulation inspirée de l'hypothèse de la rétroaction faciale. Nous avons observé que de demander aux participants de froncer les sourcils amplifie le sentiment de doute, particulièrement en contexte de conflit, et augmente l'engagement cognitif (notamment via l'indice d'effort). Cette amplification pourrait résulter soit d'un doute incident, généralisé et vague, soit d'un doute intégral, directement lié au problème. L'anxiété d'état, souvent perçue comme nuisible, semble ici favoriser la délibération. Malgré certaines limites méthodologiques (plan intraparticipant, étude en ligne, absence de condition contrôle active), les résultats s'alignent avec les recherches antérieures et suggèrent que l'émotion – notamment le doute – joue un rôle central dans le passage de l'intuition au raisonnement délibératif, ce qui plaide pour une intégration des théories de l'appraisal dans les théories du raisonnement

## Chapitre 4 : Délibération et sensibilité personnelle aux émotions

Ce chapitre est une traduction de l'article : Cortial, C., Prado, J., & Caparos, S. (*in review*).  
The emotional gatekeeper of reasoning : How tolerance to negative emotions moderates the relationship between doubt and deliberative thinking.. *Cognition and Emotion* (voir la version originale de l'article dans l'Annexe 5)

Abstract :

This study explores the relationship between deliberative reasoning and the tolerance to negative emotions, suggesting that the latter influences how individuals engage in the former. The authors propose that doubt, a form of negative emotion, acts as a trigger for deliberative reasoning when intuitive responses are insufficient or conflicting. The research involved 590 participants who were presented with reasoning problems designed to elicit cognitive conflict, and their levels of doubt and deliberation were measured. The findings indicate that individuals with a medium level of tolerance to negative emotions are more likely to engage in deliberative reasoning when experiencing doubt, whereas those with high or low tolerance are less likely to do so. This suggests that the experience of negative emotions plays a crucial role in motivating cognitive effort and deliberation. The study also found that doubt decreased after deliberation, supporting the idea that deliberative reasoning helps alleviate doubt. The authors discuss the implications of these findings for understanding the interplay between emotion and cognition in reasoning processes.

Le troisième chapitre a révélé que l'induction du doute par le froncement de sourcils augmente l'investissement global dans la tâche, suggérant que cette émotion négative motive une forme d'engagement cognitif. Cependant, cette approche ne permet pas de distinguer si cet investissement accru se traduit spécifiquement par une délibération plus approfondie ou simplement par une attention ou une persévérance accrue sans nécessairement impliquer une analyse plus rigoureuse. Par ailleurs, si le doute agit comme un moteur de l'engagement, une question clé reste en suspens : pourquoi certains individus réagissent-ils plus fortement que d'autres à ce signal émotionnel ? Le quatrième chapitre aborde cette problématique en explorant le rôle des différences interindividuelles dans la tolérance aux émotions

négligentes. En effet, si le doute est bien une émotion aversive qui pousse à la résolution d'un problème de manière délibérative, les personnes moyennement tolérantes à ces états affectifs devraient être plus susceptibles de s'engager dans une délibération approfondie pour réduire leur malaise, tandis que celles qui les tolèrent très bien ou pas du tout pourraient adopter des stratégies plus économiques sur le plan cognitif. En effet, les premiers ne sentiraient pas de motivation à délibérer puisqu'ils ne souffriraient pas assez du doute alors que les deuxièmes seraient rebutés à l'idée de continuer une situation désagréable. Cette analyse permet ainsi de préciser les mécanismes psychologiques sous-jacents à l'engagement dans la délibération et d'éclairer les variations individuelles observées.

\*\*\*

Le raisonnement humain est complexe et se manifeste différemment selon les individus. Des recherches antérieures suggèrent que le raisonnement est influencé par divers facteurs, tels que le degré d'alignement d'une conclusion avec les croyances préexistantes d'un individu (Šrol & De Neys, 2021), la capacité à générer des modèles mentaux alternatifs (Newstead et al., 2004), les styles d'autorégulation épistémique (Stanovich & West, 1998) et la capacité de mémoire de travail (Oberauer et al., 2007). Pourtant, la majorité des études se sont concentrées sur les différences interindividuelles dans le traitement cognitif susceptibles d'influencer les performances en raisonnement (Stanovich, 1999 ; Stanovich & West, 2000), en accordant relativement peu d'attention au rôle de l'expérience subjective des émotions. Cela est surprenant, car de nombreuses données montrent que les émotions et le raisonnement sont étroitement liés (Blanchette, 2014 ; Blanchette & Richard, 2010).

Alors que le lien entre émotion et raisonnement a souvent été étudié à travers des manipulations d'inductions émotionnelles, telles que des vidéos, des images ou des problèmes à forte charge émotionnelle (Blanchette, 2014 ; Blanchette & Richard, 2010), un ensemble important de travaux remet en question l'idée que l'émotion ne serait qu'un modérateur — perturbant ou facilitant la performance cognitive — et suggère plutôt que l'émotion pourrait être un composant intrinsèque du raisonnement lui-même (par exemple, Bechara et al., 1997 ; Clore & Huntsinger, 2007 ; Damasio, 1994, 1996 ; Goel, 2022 ; Inzlicht et al., 2015). Par exemple, des données existantes indiquent que la pertinence personnelle d'un

problème peut moduler le traitement émotionnel, ce qui pourrait à son tour influencer les stratégies de raisonnement (Blanchette et al., 2007 ; Blanchette & Caparos, 2013 ; Johnson-Laird et al., 2006).

Dans les modèles à double processus, les stratégies de raisonnement sont généralement catégorisées en deux types de processus cognitifs distincts : la délibération et l'intuition (Epstein, 1994 ; Evans, 2006 ; James, 1890 ; Kahneman, 2003 ; Sloman, 1996 ; Stanovich & West, 2000). La délibération est un processus coûteux, analytique et contrôlé, tandis que l'intuition est automatique et sans effort. De plus, la délibération serait déclenchée lorsque l'intuition échoue (Evans & Stanovich, 2013 ; Kahneman, 2011 ; De Neys, 2022 ; Pennycook et al., 2015 ; Thompson et al., 2011), par exemple lorsque des intuitions conflictuelles surgissent et provoquent un conflit cognitif (De Neys, 2012, 2014 ; De Neys et al., 2010 ; De Neys & Pennycook, 2019). En général, les individus s'engagent dans un raisonnement délibératif coûteux lorsque les réponses intuitives manquent de fluidité (par exemple, lorsque les intuitions sont lentes à émerger, n'émergent pas du tout ou lorsque plusieurs intuitions apparaissent en même temps ; De Neys, 2022 ; Thompson et al., 2011 ; Thompson & Morsanyi, 2012).

Récemment, nous avons proposé que les échecs de l'intuition puissent aussi être compris à travers une grille émotionnelle (Cortial et al., 2025a, 2025b). Plus précisément, en accord avec le modèle d'évaluation émotionnelle (Appraisal Model ; Moors & Fischer, 2019 ; Scherer & Moors, 2019), les intuitions fluides peuvent être ressenties comme positives, car elles signalent une concordance entre les objectifs de l'individu et les attentes situationnelles. Dans ces cas-là, il n'y a pas de besoin perçu de modifier son comportement ou son mode d'interaction avec l'environnement. En revanche, des intuitions non fluides ou faibles seraient évaluées comme menaçantes et provoqueraient une valence affective négative. Les réponses physiologiques et les tendances à l'action qui en découlent motiveraient l'individu à se désengager du traitement automatique pour recourir à un raisonnement délibératif (contrôlé). En nous inspirant du travail de John Dewey (1910), nous avons nommé ce phénomène émotionnel « le doute » (Cortial et al., 2025a, 2025b, in review). Le but de la délibération serait alors de reprendre le contrôle en atténuant l'expérience désagréable du doute. Les stratégies visant à réduire le doute seraient adaptées aux spécificités individuelles. Autrement dit, les individus peuvent différer dans leur manière de réagir au doute, certains engageant un raisonnement délibératif et analytique approfondi pour y remédier, tandis que d'autres préfèrent l'ignorer et s'en tenir à leur intuition initiale (sous-optimale).

Bien que nos résultats précédents aient montré que le doute conduit à la délibération (Cortial et al., 2025b), il reste incertain que le doute implique réellement une réponse émotionnelle. En effet, il est possible qu'il ne s'agisse que d'une forme d'incertitude cognitive, sans composante émotionnelle, comme cela a été suggéré ailleurs (voir De Neys, 2022). Autrement dit, il reste à démontrer que le doute est assimilable à une émotion négative qui motive l'engagement dans un traitement cognitif coûteux tel que la délibération. En nous appuyant sur notre étude précédente montrant que le doute est lié au raisonnement délibératif (Cortial et al., 2025b), le but du présent travail était d'examiner si la manière dont les individus ressentent et gèrent leurs émotions négatives module la relation entre le doute et la pensée délibérative.

Nous nous sommes concentrés sur trois types de différences individuelles liées à la sensibilité émotionnelle. Premièrement, nous avons exploré le rôle des différences individuelles dans la tolérance aux émotions négatives. Notre Modèle du Doute Aversif (MAD ; Cortial et al., 2025a) formule des prédictions précises sur la manière dont ces différences pourraient moduler la relation entre doute et délibération. D'un côté, nous prédisons que les individus présentant une faible ou une forte tolérance aux émotions négatives éviteraient de s'engager dans un raisonnement délibératif. En effet, ceux qui sont très intolérants à la détresse peuvent trouver la délibération trop aversive (c'est-à-dire que raisonner reviendrait à prolonger une situation désagréable jusqu'à trouver une solution satisfaisante), tandis que ceux qui sont « surtolérants à la détresse » (Lynch & Mizon, 2011) pourraient ne pas ressentir la motivation nécessaire pour résoudre un état de doute qu'ils ne perçoivent pas comme particulièrement désagréable. En revanche, les individus ayant un niveau modéré de tolérance aux émotions négatives seraient plus enclins à délibérer lorsqu'ils éprouvent du doute. En somme, la tolérance aux émotions négatives devrait modérer la relation entre doute et délibération selon une forme quadratique en U inversé.

Deuxièmement, nous avons mesuré le besoin de clôture cognitive, qui reflète la tolérance à l'incertitude (c'est-à-dire dans quelle mesure un individu valorise ou supporte le fait de ne pas avoir de réponse immédiate). Selon notre modèle, le doute est une émotion qui implique l'expérience de l'incertitude. Nous soutenons que lorsque les individus sont trop tolérants à l'incertitude, ils peuvent manquer de motivation pour changer leur environnement en engageant un effort cognitif comme le raisonnement

délibératif. À l'inverse, les individus très intolérants à l'incertitude peuvent également éviter la délibération, dans la mesure où le processus réflexif prolongerait leur état d'incertitude. Nous supposons donc que l'effet modérateur du besoin de clôture cognitive sur la relation doute-délibération suit également un motif quadratique, semblable à celui de l'intolérance aux émotions négatives.

Enfin, plusieurs études ont montré que les individus sont conscients du type de raisonneur qu'ils sont, et notamment s'ils trouvent ou non la délibération plaisante. Nous avons donc évalué dans quelle mesure le raisonnement délibératif est perçu comme agréable (Cacioppo et al., 1984 ; Cacioppo & Petty, 1982). Contrairement à la tolérance aux émotions négatives et au besoin de clôture cognitive, le plaisir associé à la délibération devrait accroître linéairement l'effet du doute sur le raisonnement. À niveau de doute égal, les individus qui perçoivent la pensée comme intrinsèquement gratifiante devraient être plus enclins à raisonner, puisque le doute agit comme un signal déclencheur d'un processus qu'ils trouvent intrinsèquement plaisant.

Pour tester ces hypothèses, toutes préenregistrées (<https://osf.io/7xmfy>), nous avons présenté aux participants des problèmes de raisonnement conçus pour susciter des intuitions conflictuelles induisant du doute (Cortial et al., 2025b). Nous avons utilisé un paradigme à deux réponses pour distinguer les réponses intuitives et délibérées (Thompson et al., 2011). Dans cette tâche, les participants donnent d'abord une réponse intuitive à un problème logique sous contrainte de temps, puis répondent à nouveau au même problème sans contrainte temporelle. Après chaque réponse, ils indiquaient le niveau de doute ressenti. Cette méthode nous a permis d'évaluer l'engagement délibératif et dans quelle mesure il permet d'atténuer le doute. Étant donné que le raisonnement délibératif est un processus lent et coûteux, nous avons examiné le temps pris pour la seconde réponse (Thompson et al., 2011), les éventuels changements entre la réponse initiale et la réponse finale (Evans & Stanovich, 2013 ; Kahneman, 2011), ainsi qu'un auto-rapport de l'effort cognitif fourni (Cortial et al., 2025b).

## ÉTUDE 4

### Méthode

#### *Préenregistrement*

Le plan d'étude, les hypothèses, la question de recherche et les analyses ont été préenregistrés sur l'Open Science Framework (<https://osf.io/7xmfy>).

#### *Participants*

Les participants étaient des étudiants et des employés de l'Université Clermont-Auvergne, recrutés via une liste de diffusion. En nous appuyant sur des travaux préenregistrés antérieurs utilisant des paradigmes similaires (Cortial et al., 2025b), nous avons anticipé un faible effet ( $d$  de Cohen = 0,1) de l'influence du conflit cognitif sur le doute. Une analyse de puissance réalisée à l'aide du module Jpower dans Jamovi a indiqué qu'un minimum de 620 participants serait nécessaire pour atteindre une puissance statistique supérieure à 0,80, en supposant un test unilatéral et un seuil alpha de 0,05.

En raison du rythme lent des inscriptions et des difficultés à atteindre le nombre de participants ciblé, nous avons mis fin au recrutement lorsque 611 participants francophones avaient pris part à l'expérience. Le niveau d'éducation a été recueilli pour l'ensemble des participants. Vingt-et-une personnes ont été exclues des analyses pour avoir échoué au test d'attention intégré à l'expérience (voir ci-dessous). L'échantillon final comprenait donc 590 participants (356 femmes, âge moyen :  $M = 22,4$  ans,  $ÉT = 6,53$ ). La majorité des participants ont déclaré avoir terminé l'enseignement secondaire ( $n = 356$ ), tandis que d'autres avaient suivi un cursus universitaire de premier cycle ( $n = 147$ ), un cursus de troisième cycle ( $n = 85$ ), ou seulement l'enseignement primaire ( $n = 2$ ).

### 2.1.3 Matériels

#### 2.1.3.1 Syllogismes

Les participants ont été confrontés à une série de douze syllogismes, chacun conçu pour évaluer leur raisonnement logique. Ces syllogismes étaient issus d'interprétations catégorielles de deux inférences conditionnelles fondamentales : le Modus Ponens, logiquement valide, et l'affirmation du conséquent, fallacieuse. Les items ont été adaptés en français à partir de l'étude de Boissin et al. (2023).

Les syllogismes étaient répartis en deux catégories selon la congruence entre validité logique et plausibilité. Les problèmes dits en conflit présentaient une dissonance : des conclusions logiquement valides mais peu plausibles, ou des conclusions invalides semblant plausibles. À l'inverse, les problèmes sans conflit présentaient des conclusions où validité logique et plausibilité étaient alignées — soit valides et plausibles, soit invalides et invraisemblables.

Chaque syllogisme comprenait une prémisse majeure, une prémisse mineure et une conclusion.

Par exemple :

Prémisse majeure : « Toutes les horloges mesurent le temps. »

Prémisse mineure : « Un cadran solaire est une horloge. »

Conclusion : « Donc, un cadran solaire mesure le temps. »

Dans cet exemple, le raisonnement est logiquement valide et plausible (sans conflit). Les participants devaient juger si la conclusion découlait logiquement des prémisses, qu'ils étaient invités à considérer comme vraies, indépendamment de leurs croyances. Les syllogismes comportaient à la fois des structures logiques valides et invalides afin d'évaluer de manière complète les capacités de raisonnement.

### **2.1.3.2. Échelle de doute**

Les participants étaient invités à évaluer leur expérience du doute immédiatement après avoir répondu à chaque problème. Ils devaient noter trois affirmations sur une échelle de Likert en quatre points, allant de « pas du tout » à « tout à fait » : (1) « Je me suis senti bloqué », (2) « J'ai ressenti du doute » et (3) « J'ai trouvé la réflexion désagréable ». Ces items visaient à saisir l'expérience subjective du doute, son impact émotionnel et son évaluation cognitive (Cortial et al., 2025b). Le score total pour chaque problème (min = 0 ; max = 9) correspond à la somme des scores de chaque item.

L'échelle a montré une bonne cohérence interne, avec un alpha de Cronbach de .80, indiquant une mesure fiable du construit. Afin d'évaluer la persistance du doute après la formulation de la seconde réponse (réfléchie), l'échelle a été administrée une seconde fois avec des items légèrement modifiés : (1) « Maintenant que j'ai donné ma réponse, je me sens encore bloqué », (2) « Je ressens encore du

doute » et (3) « La situation reste désagréable ». L'échelle de réponse est restée inchangée, et la cohérence interne est restée élevée (alpha de Cronbach = .78).

### *Questionnaires*

La présente étude a exploré trois types de différences interindividuelles liées à la sensibilité émotionnelle : la tolérance à la détresse, la tolérance à l'incertitude et le degré de plaisir éprouvé lors d'une réflexion délibérative. Ces dimensions ont été mesurées à l'aide de questionnaires administrés à la fin de l'expérience.

Premièrement, la tolérance à la détresse a été évaluée à l'aide de la version française de la Distress Intolerance Scale, développée par Wagener & Blairy (2015 ; alpha de Cronbach = .93 dans leur étude). L'échelle comportait 15 items, chacun évalué sur une échelle de Likert en cinq points, allant de « Pas du tout » à « Tout à fait ». Les participants devaient se prononcer sur des affirmations telles que : « Je ne supporte pas de me sentir tourmenté ou bouleversé », « Mon sentiment de détresse est si intense qu'il me submerge complètement » ou encore « Il n'y a rien de pire que de se sentir tourmenté ou bouleversé ». Ces items visaient à mesurer la capacité des participants à supporter et gérer des états émotionnels négatifs. Dans notre échantillon, l'échelle a conservé un bon niveau de cohérence interne (alpha de Cronbach = .89).

Deuxièmement, l'intolérance à l'incertitude a été mesurée à l'aide de l'échelle Need for Cognitive Closure, qui évalue le désir d'obtenir rapidement une réponse afin d'interrompre le traitement de l'information et la réflexion, même si cette réponse est incorrecte (Roets & Van Hiel, 2011 ; Webster & Kruglanski, 1994 ;  $\alpha = .84$ ). Parmi les items proposés figuraient : « Je n'aime pas les situations incertaines », « Je n'apprécie pas les situations imprévisibles » ou encore « Je n'aime pas me retrouver dans une situation sans savoir à quoi m'attendre ». L'échelle comportait 15 items, chacun évalué selon six modalités de réponse : « Pas du tout d'accord », « Plutôt pas d'accord », « Légèrement pas d'accord », « Tout à fait d'accord », « Plutôt d'accord », « Légèrement d'accord ». L'alpha de Cronbach observé dans notre étude était de .83.

Troisièmement, le plaisir général à s'engager dans une réflexion délibérative a été mesuré à l'aide de l'échelle Need for Cognition (NFC) (Cacioppo & Petty, 1982 ;  $\alpha = .90$ ). Les participants

devaient se positionner sur des affirmations telles que : « Penser n'est pas une activité que j'apprécie » ou « J'essaie d'anticiper et d'éviter les situations dans lesquelles je risque de devoir réfléchir en profondeur à quelque chose ». Les modalités de réponse étaient : « Pas du tout », « Un peu », « Moyennement », « Assez », « Tout à fait ». Dans notre étude, l'échelle a présenté une bonne cohérence interne ( $\alpha = .78$ ).

### ***Procédure***

Les participants ont été informés que l'expérience durerait environ 20 minutes et exigerait toute leur attention. Au début de la session, ils ont reçu un aperçu général de la tâche, qui consistait à résoudre des problèmes de raisonnement et à fournir deux réponses successives pour chaque item. La procédure mettait l'accent sur l'objectif de recueillir à la fois une première réponse intuitive et une seconde réponse plus réfléchie. Pour les familiariser avec ce paradigme à deux réponses, un problème d'entraînement a été présenté dans les mêmes conditions que les items expérimentaux.

La procédure expérimentale suivait la méthodologie établie par Bago et De Neys (2017). Chaque essai débutait par l'affichage d'une croix de fixation pendant 2000 millisecondes, suivi de la présentation séquentielle de la prémisse majeure et de la prémisse mineure, chacune affichée pendant 2000 millisecondes. La conclusion était ensuite présentée avec la question : « La dernière affirmation découle-t-elle logiquement des deux premières ? » Les participants disposaient de 3000 millisecondes pour répondre, avec un total de 7000 millisecondes allouées pour lire et répondre à l'ensemble du problème. Afin de renforcer la contrainte temporelle, les boutons de réponse devenaient rouges 2000 millisecondes après l'apparition de la conclusion, constituant ainsi un signal visuel d'urgence.

Après la première réponse, les participants remplissaient une échelle d'évaluation du doute. Le problème de raisonnement leur était ensuite présenté de nouveau dans son intégralité, cette fois sans aucune contrainte de temps, leur permettant de formuler une seconde réponse plus délibérée. À la suite de cette seconde réponse, l'échelle de doute leur était administrée une nouvelle fois.

Trois mesures ont été utilisées pour évaluer le raisonnement délibératif. Premièrement, les temps de réponse (RT) associés à la seconde réponse ont été enregistrés, des temps plus longs étant interprétés comme indicateurs d'une délibération accrue. Deuxièmement, le nombre de changements de réponse

entre la première et la seconde réponse a été mesuré, reflétant une éventuelle réévaluation de la réponse initiale. Seuls les essais dans lesquels les participants avaient fourni à la fois une réponse initiale (t1) et une réponse finale (t2) ont été pris en compte dans cette analyse ; les essais sans réponse t1 (en raison de la limite de temps) ont été exclus. Troisièmement, dans la mesure où le raisonnement délibératif est plus coûteux que le raisonnement intuitif, les participants ont évalué leur ressenti d'effort cognitif après avoir donné leur seconde réponse, à l'aide d'une échelle de Likert en 7 points, indiquant le niveau d'effort mental perçu.

Afin de garantir l'implication des participants, une vérification de l'attention leur a été présentée de manière aléatoire au cours de la tâche. Enfin, à l'issue de l'étude, les participants ont complété les trois questionnaires standardisés décrits précédemment : l'échelle de tolérance à la détresse, l'échelle de besoin de clôture cognitive et l'échelle de besoin de cognition.

## **Éthique**

Cette expérience a été approuvée par le comité d'éthique de l'Université Clermont-Auvergne (IRB00011540-2023-17).

## **Analyse des données**

Les analyses des données ont été réalisées à l'aide de Python, de la bibliothèque Pandas, et du module gamlj dans Jamovi. Des modèles mixtes logistiques et linéaires ont été appliqués. Chaque modèle complet comprenait une structure robuste d'effets aléatoires, intégrant des intercepts aléatoires pour chaque participant ainsi qu'un intercept aléatoire pour la variable Conflit. Nous avons maximisé la structure des effets aléatoires tant que cela ne conduisait pas à un ajustement singulier, signe d'une complexité excessive du modèle. Pour cette raison, lors du test des interactions entre le doute et les échelles de personnalité, les modèles incluaient uniquement des pentes aléatoires pour le doute au sein des participants, ainsi que des intercepts aléatoires pour les participants et les conditions de conflit.

## Résultats

Dans la section qui suit, nous avons d'abord analysé si les résultats obtenus confirmaient ceux de notre étude précédente, qui mettait en évidence une relation entre le doute et la délibération (Cortial et al., 2025b). Nous avons ensuite testé nos hypothèses concernant l'effet modérateur des différences individuelles de sensibilité émotionnelle (évaluées par questionnaire) sur la relation entre doute et délibération.

### *Conflit, doute et délibération (réplication de Cortial et al., 2025b)*

Comme prévu, le nombre moyen de réponses logiques au premier temps (t1) était relativement élevé pour les problèmes sans conflit ( $M_{non-conflict} = 4.32$  out of 6;  $SD_{non-conflict} = 1.69$ ) confirmant que les participants avaient bien compris la tâche. En revanche, le nombre moyen de réponses logiques au premier temps (t1) était relativement faible pour les problèmes de conflit ( $M_{conflict} = 1.12$  out of 6;  $SD_{conflict} = 1.38$ ). La différence était significative,  $\beta = -4.421$ ,  $SE = 0.167$ ,  $\chi^2(1) = 699$ ,  $p < .001$ ,  $OR = 0.012$ . Fait important, après avoir donné leur première réponse « rapide », les participants ont ressenti en moyenne un niveau de doute plus élevé en présence de conflits que lorsqu'il n'y avait pas de conflit,  $\beta = 0.131$ ,  $SE = 0.040$ ,  $F(1,591) = 10.7$ ,  $p = .001$ ,  $OR = 0.053$  (see tableau 4.1).

Bien que les participants aient fourni des réponses finales plus précises que leurs réponses initiales, la différence de précision entre les problèmes sans conflit et ceux avec conflit est restée significative ( $M_{non-conflict} = 5.25$ ,  $SD_{non-conflict} = 1.02$ ;  $M_{conflict} = 2.00$ ,  $SD_{conflict} = 1.75$ ),  $\beta = -2.978$ ,  $SE = 0.121$ ,  $\chi^2(1) = 606$ ,  $p < .001$ ,  $OR = 0.051$ . Les participants ont continué à ressentir des niveaux de doute plus élevés dans la condition de conflit que dans la condition sans conflit, même après avoir donné leur seconde réponse « lente »,  $\beta = 0.236$ ,  $SE = 0.032$ ,  $F(1,6465) = 53$ ,  $p < .001$ . Néanmoins, après la délibération, le doute a chuté de manière significative — descendante en dessous du niveau observé avant que les participants aient la possibilité de réfléchir,  $\beta = -0.548$ ,  $SE = 0.024$ ,  $\chi^2(1) = 509$ ,  $p < .001$  (voir tableau 4.1).

**Tableau 4.1***Effet du conflit sur la réponse logique et le doute*

	Conflict	Non-Conflict
	M (SD)	M (SD)
Logical responses (t1; min = 0, max = 6)	1.12 (1.38)	4.32 (1.69)
Logical responses (t2; min = 0, max = 6)	2.00 (1.75)	5.25 (1.02)
Doubt (t1; min = 0, max = 3)	0.51 (0.48)	0.46 (0.46)
Doubt (t2; min = 0, max = 3)	0.34 (0.41)	0.26 (0.36)

*Note: Le tableau présente les scores moyens calculés sur l'ensemble des participants, les écarts-types étant indiqués entre parenthèses.*

Nous avons observé des relations positives pour les trois mesures de la délibération (voir tableau 4.2). Conformément à nos résultats précédents, les analyses de corrélation de Pearson dans les conditions de conflit ont révélé des relations modérées à fortes entre le niveau de doute et l'ensemble des indices de délibération (voir tableau 4.2). Par ailleurs, nous avons calculé la différence entre les scores de doute avant et après la délibération, et avons également observé une corrélation positive entre cette différence de doute et nos mesures de délibération (voir tableau 4.2).

**Tableau 4.2***Relations entre doute, changement de réponse et effort pour les problèmes conflits*

	Doubt (t1)	Doubt (t2)	Decrease of Doubt (t1 – t2)	ChangeResp	Effort
Doubt (t2)	.82***	-	-	-	-
Decrease of Doubt (t1 – t2)	.98***	.73***	-	-	-
ChangeResp (freq.)	.23***	.23***	.12*	-	-
Effort (min = 0, max = 5)	.66***	.61***	.64***	.17***	-
t2 RT (ms)	.21***	.21***	.24***	.17***	.33***

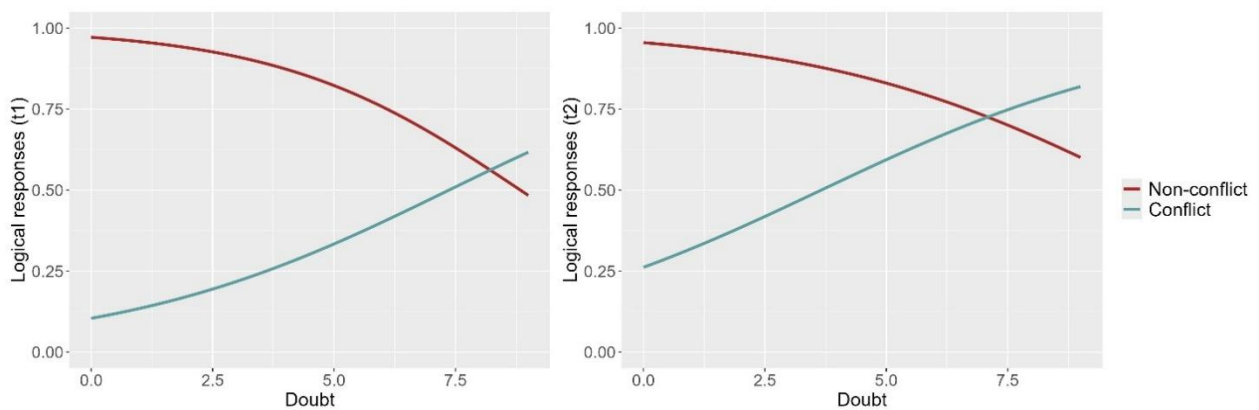
*Note: Le tableau présente les coefficients de corrélation de Pearson (r) entre les scores moyens calculés sur l'ensemble des participants ; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ . ChangeResp = changement de réponse ; t2 RT = temps de réponse au t2.*

Un modèle mixte généralisé a révélé un effet différentiel du doute selon la condition de conflit sur la probabilité de donner des réponses logiques au t1,  $\beta = 0,694$ ,  $SE = 0,055$ ,  $\chi^2(1) = 158,22$ ,  $p < .001$ ,

OR = 2,001, et au t2,  $\beta = 0,531$ ,  $SE = 0,038$ ,  $\chi^2(1) = 190,20$ ,  $p < .001$ , OR = 1,701. Le doute augmente la probabilité de réponses logiques dans les problèmes de conflit, mais réduit la précision des réponses dans les problèmes sans conflit (voir figure 4.1).

**Figure 4.1**

*Interaction entre doute et conflit sur la précision aux temps t1 et t2*



Les problèmes de conflit ont été signalés comme nécessitant plus d’effort que les problèmes sans conflit,  $\beta = 0.149$ ,  $SE = 0.024$ ,  $F(1,591) = 37.5$ ,  $p < .001$ , et ont nécessité plus de temps de réponse,  $\beta = 0.101$ ,  $SE = 0.19$ ,  $F(1,591) = 28.1$ ,  $p < .001$ . Le taux de changement de réponse entre t1 et t2 était également plus élevé pour les problèmes de conflit que pour les problèmes sans conflit,  $\beta = 0.967$ ,  $SE = 0.13$ ,  $\chi^2(1) = 58.6$ ,  $p < .001$ , OR = 2.054 (see tableau 4.3). En résumé, nous avons reproduit nos résultats précédents démontrant un lien entre le doute et le raisonnement délibératif (Cortial et al., 2025b).

**Tableau 4.3**

*Différences des moyennes d’effort, de changement de réponse (ChangeResp) et de temps de réponse (RT) entre les problèmes de conflit et sans conflit.*

	Conflict (SD)	Non-conflict (SD)
Effort (min = 0, max = 5)	1.16 (0.038)	1.01 (0.038)
t2 RT (ms)	8867 (269)	7684 (269)
ChangeResp (freq.)	0.1499 (0.00867)	0.0720 (0.0055)

*Note: Le tableau présente les scores moyens calculés sur l’ensemble des participants, avec les écarts-types entre parenthèses.*

***Comment les différences individuelles en matière de sensibilité émotionnelle modèrent la relation entre doute et délibération ?***

Tout d'abord, les différentes mesures de sensibilité émotionnelle étaient corrélées entre elles. Les scores de la Need for Cognition (c'est-à-dire la mesure du plaisir que les participants prennent à s'engager dans une réflexion exigeante) étaient négativement corrélés avec les scores de la Need for Cognitive Closure (c'est-à-dire le degré d'intolérance à l'incertitude et le désir de réponses définitives) ainsi qu'avec les scores d'Intolérance à la Détresse (c'est-à-dire la difficulté des participants à gérer les émotions négatives), tandis que ces deux dernières mesures étaient elles-mêmes positivement corrélées (voir tableau 4.4).

**Tableau 4.4**

*Relations entre les scores de Need for Cognition (NFC), Need for Cognitive Closure (NFCC), Intolérance à la Détresse (ID), and measures of deliberation*

	NFC	NFCC	ID
NFCC	-.16***	-	-
ID	-.12***	.47***	-
ChangeResp	-.14***	.04	.06
Effort	-.08*	.11**	.09*
t2 RT	-.03	.01	-.05
Logical responses (t1)	.14***	-.06	-.11**
Logical responses (t2)	.13**	-.02	-.14***

*Note: Le tableau présente les valeurs de corrélation de Pearson (r) entre les scores moyens calculés sur l'ensemble des participants ; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ . ChangeResp = changement de réponse ; t2 RT = temps de réponse au second temps (t2).*

Afin de vérifier si la relation entre le doute et la délibération était modérée par les différences de sensibilité émotionnelle, nous avons d'abord centré et mis au carré<sup>5</sup> les scores des participants sur

<sup>5</sup> La mise au carré de la variable modératrice dans l'analyse de modulation quadratique nous permet de tester les interactions non linéaires. Alors que la modulation linéaire examine si la force ou la direction de la

chacune des trois échelles. Ci-dessous, nous décrivons comment les scores de ces trois échelles ont modéré la relation entre le doute et nos trois indices de raisonnement délibératif : RT, Effort et Changement de réponse.

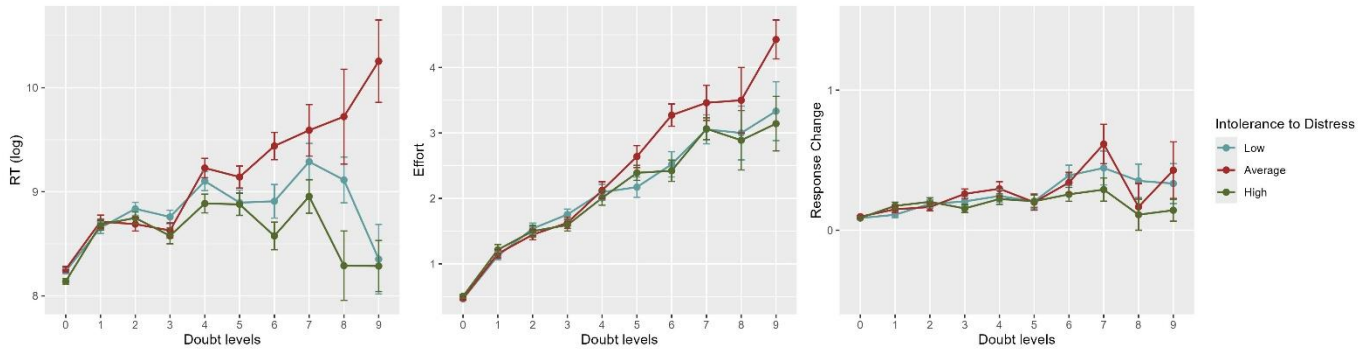
**Intolérance à la Détresse.** Les analyses par modèles linéaires à effets mixtes ont montré que l'Intolérance à la Détresse modérait significativement l'intensité de la relation entre le doute et la délibération. Dans l'analyse des changements de réponse, les effets de modulation linéaire et quadratique étaient tous deux significatifs, respectivement,  $\beta = -0.0522$ ,  $SE = 0.246$ ,  $\chi^2(1) = 4.52$ ,  $p = .033$ , and  $\beta = -0.067$ ,  $SE = 0.249$ ,  $\chi^2(1) = 7.34$ ,  $p = .007$ . Dans l'analyse de l'effort, alors que la modulation linéaire n'a pas atteint le seuil de significativité,  $\beta = -2.55e^{-4}$ ,  $SE = 9.19e^{-4}$ ,  $F(1, 334) = 0.08$ ,  $p = .782$ , la quadratique l'a atteint,  $\beta = -1.29e^{-4}$ ,  $SE = 5.51e^{-5}$ ,  $F(1, 337) = 5.51$ ,  $p = .019$ . Enfin, dans l'analyse des RT, alors que la modulation linéaire était significative,  $\beta = -0.00121$ ,  $SE = 5.56e^{-4}$ ,  $F(1, 299) = 4.74$ ,  $p = .03$ , La modulation quadratique n'a pas atteint le seuil,  $\beta = -6.03e^{-5}$ ,  $SE = 4.20e^{-6}$ ,  $F(1, 278) = 2.06$ ,  $p = .15$  (Voir la tableau 4.5 pour un résumé des effets de modulation). Une inspection visuelle des données suggère le schéma de modulation suivant: les individus présentant un niveau moyen d'Intolérance à la Détresse sont les plus susceptibles de s'engager dans la délibération lorsque le doute augmente, tandis que ceux ayant une forte Intolérance à la Détresse sont les moins enclins à le faire (voir figure 4.2). Les individus avec une faible Intolérance à la Détresse se situent entre ces deux extrêmes. Ces résultats sont conformes à notre hypothèse préenregistrée selon laquelle le doute favorise le plus la délibération chez les individus qui ne sont ni trop tolérants ni trop intolérants aux émotions négatives (voir <https://osf.io/7xmfy>).

---

relation entre le prédicteur et le résultat change de manière cohérente avec le modérateur, la quadrature du modérateur capture les effets curvilignes potentiels. Cela signifie que l'influence du modérateur peut varier plus fortement aux valeurs extrêmes (haute ou basse) par rapport à la moyenne, ce qui permet une compréhension plus nuancée de l'interaction entre les variables.

**Figure 4.2**

*Effet de modulation de l'intolérance à la détresse sur la relation entre le doute et la délibération.*



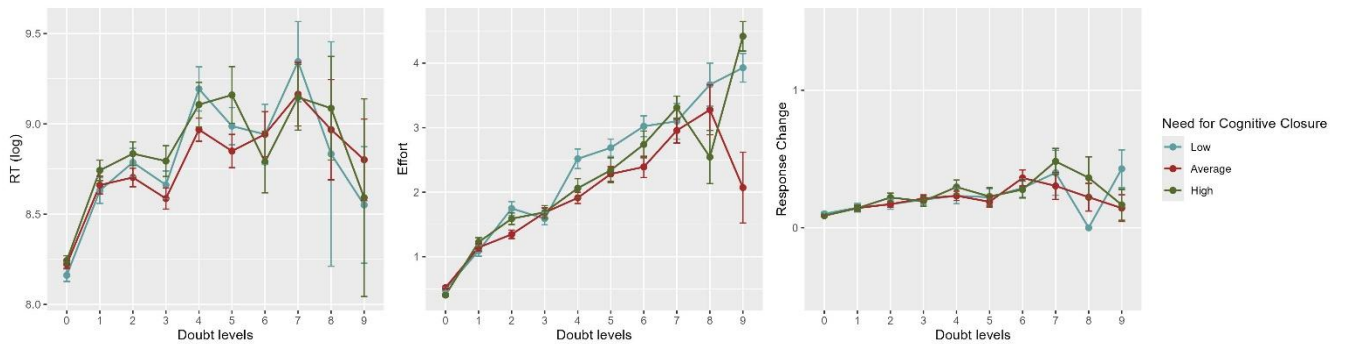
*Note : Chaque niveau d'ID est composé du tercile correspondant. « Low » : 1<sup>er</sup> tercile ; « Average » : 2<sup>e</sup> tercile ; « High » : 3<sup>e</sup> tercile*

**Need for Cognitive Closure.** Les analyses par modèles linéaires mixtes ont fourni peu de preuves en faveur d'un effet modérateur du NFCC sur la relation entre doute et délibération. En particulier, aucune des modérations quadratiques n'a atteint la significativité. (RTs:  $F(1, 402) = 2.44, p = .12$  ; Effort:  $F(1, 339) = 2.57, p = .11$ ; Response Change:  $\chi^2(1) = 2.74, p = .098$ ). Deuxièmement, la modulation linéaire n'était significative que dans l'analyse des RT,  $\beta = -0.00193, SE = 0.000551, F(1, 395) = 12.24, p < .001$  (Effort:  $F(1, 367) = 0.157, p = .69$ ; Response Change:  $\chi^2(1) = 1.78, p = .18$ ). La modulation linéaire des TR s'explique par le fait que les individus ayant des scores NFCC plus faibles ont montré une relation plus prononcée entre le doute et les RT que ceux ayant des scores plus élevés.

Les analyses par modèles linéaires mixtes ont apporté peu de preuves en faveur d'un effet modérateur du NFCC sur la relation entre doute et délibération. En particulier, aucune des interactions quadratiques n'a été significative (Voir Figure 4.3).

**Figure 4.3**

*L'effet de modulation du Need for Cognitive Closure sur le lien doute/délibération*

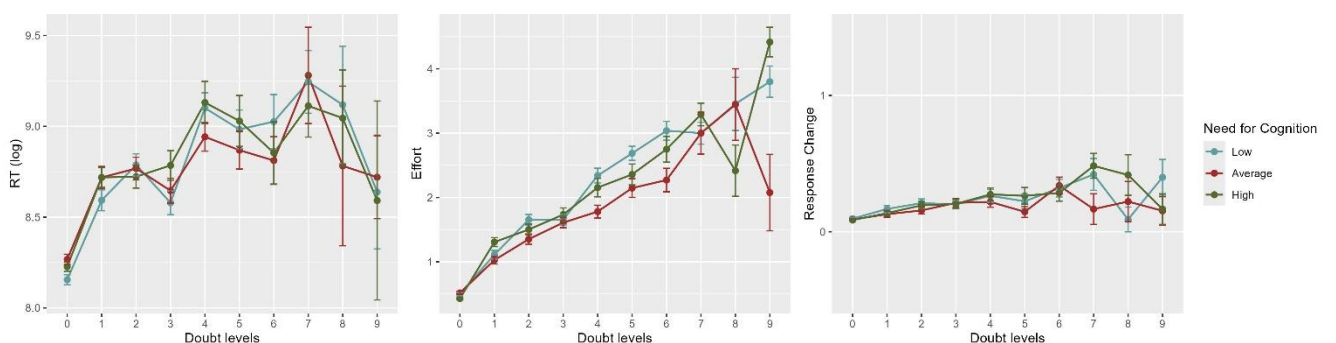


*Note : Chaque niveau de NFCC est composé du tercile correspondant. « Low » : 1<sup>er</sup> tercile ; « Average » : 2<sup>e</sup> tercile ; « High » : 3<sup>e</sup> tercile.*

**Need for Cognition.** Les analyses par modèles linéaires mixtes ont fourni peu de preuves en faveur d'un effet modérateur du NFC sur la relation entre doute et délibération. Aucune des modérations linéaires n'a atteint la significativité (RTs:  $F(1, 327) = 0.80, p = .37$ ; Effort:  $F(1, 376) = 0.40, p = .53$ ; Response Change:  $\chi^2(1) = 0.93, p = .33$ ). De plus, la modulation quadratique n'était significative que dans l'analyse de l'effort,  $\beta = 3.05 \times 10^{-4}, SE = 1.33 \times 10^{-4}, F(1, 436) = 5.25, p = .022$  (RTs:  $F(1, 358) = 1.40, p = .24$ ; Response Change:  $\chi^2(1) = 0.36, p = .55$ ). La modulation quadratique dans l'analyse de l'effort s'explique par le fait que les individus ayant des scores NFC moyens ont montré une relation moins prononcée entre le doute et l'effort que ceux ayant des scores faibles ou élevés (voir Figure 4.4.)

**Figure 4.4**

*L'effet modérateur du NFC sur la relation entre le doute et la délibération*



*Note : Chaque niveau de NFC est composé du tercile correspondant. « Low » : 1<sup>er</sup> tercile ; « Average » : 2<sup>e</sup> tercile ; « High » : 3<sup>e</sup> tercile*

**Table 4.5**  
Résumé des effets de modération

Scales	Deliberation Variables	Moderation effect p-values	
		Linear ( <i>trend</i> )	Quadratic ( <i>shape</i> )
Intolerance to distress	t2 RT	<b>.030</b> ( <i>negative</i> )	.150
	Effort	.782	<b>.019</b> ( <i>Inverted-U-shape</i> )
	Response change	<b>.033</b> ( <i>negative</i> )	<b>.007</b> ( <i>Inverted-U-shape</i> )
Need for Cognitive Closure	t2 RT	< <b>.001</b> ( <i>negative</i> )	.120
	Effort	.692	.110
	Response change	.182	.098
Need for Cognition	t2 RT	.370	.240
	Effort	.526	<b>.022</b> ( <i>U-shape</i> )
	Response change	.330	.550

Note: En gras, les p-valeurs significatives.

## Discussion

À ce jour, une grande partie de la littérature actuelle suggère qu'une expérience métacognitive, c'est-à-dire l'incertitude, déclenche le raisonnement délibératif (De Neys, 2022 ; Fernandez Cruz et al., 2016 ; Pennycook et al., 2015 ; Thompson & Morsanyi, 2012). Nous avons récemment proposé que cette expérience soit en réalité de nature émotionnelle, à valence négative, et puisse être qualifiée de « doute ». La nature émotionnelle du doute est essentielle pour expliquer la motivation des individus à s'engager dans un raisonnement délibératif (Cortial et al., 2025a, 2025b). Avec la présente étude, nous avons cherché à fournir des preuves supplémentaires en faveur de l'hypothèse que le doute est une émotion, en examinant si les différences individuelles dans la sensibilité émotionnelle — en particulier dans l'expérience et la gestion des émotions négatives — modulent la relation entre doute et raisonnement délibératif.

Premièrement, cette étude a réussi à répliquer nos résultats récents (Cortial et al., 2025b). En effet, les participants ont rapporté ressentir davantage de doute dans les problèmes conçus pour générer un conflit cognitif (De Neys et al., 2010 ; Sá et al., 1999) par rapport aux problèmes sans conflit. Les problèmes conflictuels ont également suscité un effort cognitif plus important, des temps de réponse

plus longs et un taux plus élevé de changements de réponse. Les corrélations positives entre ces trois mesures soutiennent l'interprétation selon laquelle elles reflètent un construit sous-jacent commun, à savoir la délibération. De plus, le doute était modérément à fortement corrélé aux indices du raisonnement délibératif, indiquant que l'intensité du doute est associée au degré d'engagement dans la pensée délibérative. Ces résultats suggèrent un lien étroit entre l'expérience du doute et le déclenchement du raisonnement délibératif.

Une nouveauté de cette étude fut la mesure du doute à deux reprises : après la première réponse intuitive, puis après la seconde réponse délibérée. Étant donné que le doute est une expérience aversive, censée motiver les individus à délibérer afin de l'atténuer (Cortial et al., 2025a, 2025b), nous nous attendions à ce que le doute diminue après la délibération. Ce fut effectivement le cas. Par ailleurs, plus les participants avaient délibéré (indiqué par des temps de réponse plus longs et un effort rapporté plus important), plus le doute diminuait. Ces résultats appuient l'idée que l'expérience du doute joue un rôle clé dans la transition de l'intuition vers la délibération, et que la motivation à s'engager dans une délibération coûteuse est d'atténuer ce doute.

Au cœur de notre intérêt actuel, nous avons avancé que si le doute est une émotion négative, les différences individuelles dans la sensibilité émotionnelle pourraient influencer l'impact du doute sur la délibération. Conformément à cette hypothèse (préenregistrée), nous avons constaté que l'Intolérance à la Détresse — définie typiquement comme « la capacité à ressentir et supporter des états psychologiques négatifs » (Simons & Gaher, 2005) — modérait la relation entre doute et délibération, de manière à la fois linéaire et quadratique. Les résultats suggèrent que les individus ayant un niveau moyen d'intolérance à la détresse présentent la relation la plus marquée entre doute et délibération. En d'autres termes, les personnes trop tolérantes ou trop intolérantes au doute sont moins motivées à délibérer : certaines parce que la situation n'est pas suffisamment désagréable pour justifier un effort cognitif, d'autres parce que délibérer prolongerait trop cette situation désagréable. Ces résultats s'accordent avec l'idée que le doute est une expérience émotionnelle aversive (Cortial et al., 2025a, 2025b) et que la manière dont nous vivons les émotions négatives influence notre engagement dans l'effort cognitif.

Contrairement aux résultats obtenus avec l'échelle d'Intolérance à la Détresse, ceux obtenus avec l'échelle du Need for Cognitive Closure (besoin de clôture cognitive) n'étaient pas cohérents avec

notre hypothèse préenregistrée. Plus précisément, nous avons émis l'hypothèse que le Need for Cognitive Closure modérerait le lien entre doute et délibération de manière similaire à l'Intolérance à la Détresse (c.-à-d., de façon quadratique). Or, le seul effet significatif obtenu était une modération linéaire de la relation entre doute et temps de réponse. Il est donc difficile à ce stade de tirer une conclusion définitive quant à l'absence de modération par le NFCC. Cette échelle a été choisie, car elle est censée mesurer la tolérance à l'incertitude. Cependant, ses items sont très généraux (par exemple : « Je n'aime pas les situations imprévisibles ») et ont peut-être manqué de finesse pour capturer précisément les différences individuelles de tolérance à l'incertitude. Des études futures pourraient explorer davantage l'impact de la sensibilité à l'incertitude en utilisant d'autres échelles, comme l'échelle d'Intolérance à l'Incertain (Buhr & Dugas, 2002 ; Freeston et al., 1994).

Enfin, contrairement à notre hypothèse préenregistrée, nos données fournissent peu d'éléments en faveur d'un effet modérateur du Need for Cognition (NFC) sur la relation entre doute et délibération. Le doute, qui signale une opportunité pour une activité que les individus à haut NFC déclarent apprécier, n'a pas accru leur motivation à s'engager dans le raisonnement délibératif (par rapport aux individus à faible NFC). Ce résultat concorde avec l'idée que, bien que le Need for Cognition reflète une disposition stable à apprécier la réflexion (Cacioppo & Petty, 1982), ce plaisir ne se traduit pas nécessairement par une motivation accrue à engager un raisonnement délibératif. Cette constatation remet en question l'idée que les dispositions positives envers la pensée motivent la délibération. Des traits tels que le « growth mindset » (Schmidt et al., 2017 ; Yeager & Dweck, 2012), ou des émotions épistémiques comme la curiosité (Litman, 2005) et la surprise (Noordewier & Breugelmans, 2013) sont souvent cités en exemple, sur l'hypothèse que certains individus sont attirés par la pensée parce qu'ils la trouvent plaisante. Si le NFC est négativement corrélé au Need for Cognitive Closure et à l'Intolérance à la Détresse, suggérant que les personnes qui aiment penser profondément tolèrent mieux l'incertitude et les émotions négatives, cela ne signifie pas qu'elles apprécient nécessairement le raisonnement approfondi. L'effort cognitif peut initialement être perçu comme aversif (Kurzban, 2016 ; Kool & Botvinick, 2014, 2018 ; Shenhav et al., 2017). Ainsi, ce qui distingue les individus à haut NFC pourrait ne pas être l'absence d'inconfort, mais plutôt leur capacité à réinterpréter cette difficulté comme un signal signifiant — un

signal prédisant des résultats précieux. Cette réinterprétation leur permet de surmonter l'aversion à l'effort mental et de s'engager et persister malgré son coût subjectif (Yeager & Dweck, 2012 ; Gheza et al., 2023 ; Zerna et al., 2023 ; van Lieshout et al., 2021). Cela pourrait conduire à un apprentissage plus profond, et à une meilleure automatisation des blocs de construction du « mindware » (Stanovich, 2018). Cette idée est cohérente avec la constatation que les individus à haut NFC répondent plus logiquement aux problèmes de raisonnement dès la phase intuitive (t1) (Bago & De Neys, 2019 ; Raelison et al., 2020 ; Thompson et al., 2018).

Globalement, les résultats obtenus sur toutes les mesures de sensibilité émotionnelle ne sont pas toujours cohérents avec nos hypothèses a priori. Nous devons donc rester prudents quant à toute conclusion définitive sur la modulation systématique par les différences individuelles en sensibilité émotionnelle de la relation entre doute et raisonnement délibératif. Par ailleurs, il est important de reconnaître que les effets observés restent de faible ampleur. Néanmoins, nous pensons que même de petits effets peuvent avoir des implications significatives dans le cadre de processus cognitivo-émotionnels complexes. De plus, nos choix méthodologiques renforcent la confiance dans les effets observés. En effet, la préinscription de nos hypothèses et méthodes limite la flexibilité analytique et réduit le risque d'interprétations post hoc. Notre large taille d'échantillon assure également une puissance statistique suffisante pour détecter des effets faibles, augmentant ainsi la robustesse de nos résultats. Nous notons également que la taille faible des effets peut s'expliquer en partie par l'utilisation de modèles mixtes, qui prennent en compte à la fois la variabilité interindividuelle et la structure hiérarchique des données. Ces modèles fournissent des estimations d'effet plus précises et réduisent le risque de faux positifs, permettant ainsi la détection d'effets subtils mais fiables.

En somme, nos résultats révèlent que les différences individuelles dans l'Intolérance à la Détresse modèrent la relation entre doute et délibération. Bien que des résultats similaires n'aient pas été observés pour d'autres mesures de sensibilité.

## Résumé du chapitre 4

Ce chapitre s'est spécifiquement concentré sur les différences interindividuelles, cherchant à montrer que c'est bien une émotion négative qui déclenche le passage à un raisonnement plus profond. En examinant des traits comme la tolérance aux émotions négatives, le besoin de clôture cognitive ou encore le besoin de réfléchir, nous avons cherché à confirmer que c'est la dimension émotionnelle, et non simplement cognitive, qui favorise l'activation du raisonnement délibératif. Les résultats sont compatibles avec l'idée que le doute fonctionne comme un signal émotionnel négatif essentiel pour engager un traitement cognitif plus approfondi. Les individus modérément tolérants aux émotions négatives (ni trop tolérants, ni trop intolérants) sont les plus susceptibles d'engager un processus de raisonnement délibératif lorsqu'ils font l'expérience du doute.

## Discussion générale

Cette thèse avait pour objectif de proposer et de tester empiriquement l'hypothèse selon laquelle le doute, en tant que sentiment d'inconfort, constituerait le point de départ de toute réflexion délibérée. D'origine philosophique, cette hypothèse a initialement été formulée par le courant pragmatiste et notamment par John Dewey. Nous avons reformulé cette intuition philosophique en la soumettant aux exigences d'une démarche scientifique rigoureuse et en l'articulant aux travaux contemporains en psychologie du raisonnement. Cette double inspiration nous a permis de formuler le Modèle de l'Aversion au Doute (MAD), que nous présentons comme un prolongement des théories du double processus actuelles. Deux courants de recherche en particulier ont été déterminants dans cette élaboration : la théorie de la détection de conflit, développée par Wim De Neys, et celle du *Feeling of Rightness*, portée par Valérie Thompson.

Le premier chapitre a jeté les fondements théoriques du modèle de l'aversion au doute, en l'élaborant comme un cadre explicatif des conditions déclenchant le passage de la pensée intuitive à la pensée délibérative. À travers une relecture critique des modèles du raisonnement à double processus, ce chapitre a mis en lumière une lacune persistante : l'intégration encore trop marginale des émotions dans ces modèles. Alors que les émotions y sont souvent réduites à des facteurs perturbateurs ou contextuels ou des indices sur lesquels des jugements métacognitifs se construisent, notre proposition vise à en faire des éléments centraux de la motivation à engager un raisonnement délibératif coûteux en ressources et aversif. Cette réflexion théorique initiale a donné lieu à un premier article publié dans *Cognitive Science* et un second article en revue chez *Review of Philosophy and Psychology*, où le MAD est formalisé comme une contribution à la compréhension de l'articulation entre émotions, incertitude et engagement du raisonnement délibératif.

Le deuxième chapitre a testé empiriquement l'hypothèse principale du modèle en démontrant un lien robuste entre l'expérience subjective de doute et l'engagement d'un traitement délibératif plus coûteux. À travers deux études expérimentales, il a été montré que plus les participants rapportaient ressentir du doute face à un problème de raisonnement, plus ils avaient recours à des stratégies analytiques, en y consacrant davantage de temps et de ressources mentales. Ces résultats, qui confirment la

pertinence du MAD dans le cadre de l'étude du raisonnement individuel, ont fait l'objet d'une publication dans la revue *Thinking and Reasoning*.

Le troisième chapitre a poursuivi l'investigation en explorant la possibilité de provoquer artificiellement le doute à l'aide de manipulations simples, notamment l'induction faciale par froncement de sourcils. Cette approche s'appuie sur les théories de la rétroaction faciale, selon lesquelles certaines expressions corporelles peuvent moduler les états affectifs et cognitifs. Les résultats suggèrent que cette induction, bien que périphérique à la tâche, est capable d'accroître l'engagement cognitif. Cependant, elle ne suffit pas à elle seule à garantir un basculement vers une pensée pleinement délibérative, mettant en évidence une distinction conceptuelle importante entre différents types de doute. Spécifiquement, ce chapitre a permis d'opérer une distinction entre le doute intégral — c'est-à-dire directement lié au problème à résoudre — qui provoque la délibération avec plus de force et le doute incident, issu de facteurs contextuels ou périphériques, qui augmente l'implication dans la tâche, mais promeut la délibération avec moins de force. Cette distinction ouvre des pistes nouvelles quant aux mécanismes motivationnels sous-jacents à l'effort cognitif. Ces résultats ont été soumis pour publication à la revue *Motivation and Emotion*.

Enfin, le quatrième chapitre a approfondi l'exploration de la dimension émotionnelle du doute, en examinant le rôle des différences interindividuelles dans la sensibilité aux émotions négatives. Il a été montré que les personnes très tolérantes ou très intolérantes aux affects négatifs sont moins susceptibles d'utiliser leur délibération quand elles doutent que les personnes moyennement tolérantes aux affects négatifs. Ce chapitre a permis de confirmer le caractère émotionnel et négatif du doute, en montrant que le doute est plus qu'une simple incertitude cognitive (le fait de « ne pas savoir ») et peut être conceptualisé comme une *incertitude menaçante* (le fait de « ne pas savoir et c'est un problème »). Ces résultats ont été soumis pour publication à la revue *Cognition and Emotion*.

En définitive, cette thèse soutient que le déclenchement de la pensée délibérative pourrait reposer non seulement sur une évaluation métacognitive des intuitions, mais aussi — et peut-être de manière plus fondamentale — sur une évaluation émotionnelle de la situation. Le doute, compris comme une expérience affective liée à une rupture perçue entre la situation présente et les buts de l'individu, pourrait ainsi jouer un rôle central dans le basculement vers la réflexion délibérative.

## Raffinement théorique et empirique

Les résultats de cette thèse constituent des jalons dans un travail de clarification conceptuelle et méthodologique, encore à préciser, et révélant la complexité du lien entre doute et délibération. Ce travail a nécessité des ajustements constants de nos instruments de mesure et de nos hypothèses, aboutissant à une vision plus fine et opérationnelle du doute. Trois dimensions ont fait l'objet d'un raffinement progressif : la mesure du doute, la mesure de la délibération, et la conceptualisation même du doute et de ses effets cognitifs.

Concernant la mesure du doute, notre instrument initial comportait cinq items visant à capter ses dimensions essentielles : l'incertitude, la valence négative et le sentiment de blocage. Les contraintes pratiques liées à la durée des tâches et à la répétition des mesures nous ont conduits à réduire l'échelle à trois items, correspondant chacun à une des dimensions théoriques. En l'état, notre mesure corrèle bien avec la délibération tout en étant soutenue par les caractéristiques d'incertitude, de valence négative et de production d'une évaluation (*appraisal*). Toutefois, elle ne prend pas en compte la composante de menace — si ce n'est de manière implicite à travers la valence négative — alors même que celle-ci fait partie intégrante de la définition théorique du doute. Un nouveau raffinement pourrait donc être envisagé dans de futures études.

En parallèle, la mesure de la délibération a elle aussi évolué. Si nous avons conservé les mesures classiques du *two-response paradigm* (temps de réponse lors de la seconde réponse et changement de réponse entre t1 et t2), nous avons complété ce dispositif par une mesure subjective de l'effort cognitif perçu. Cette mesure, qui visait à estimer le coût ressenti de la transition entre intuition et délibération, a été affinée au fil des études. Nous sommes passés d'une mesure catégorielle (déclaration binaire à une question du type « Avez-vous réfléchi ? ») à une mesure plus fine (un indicateur d'effort cognitif auto-rapporté mesuré sur une échelle à 7 points). Bien que cette mesure montre des corrélations satisfaisantes avec les autres indicateurs de la délibération (temps de réponse t2 et changement de réponse entre t1 et t2), elle ne constitue qu'une approximation de la délibération. Ce Graal que représente une mesure parfaitement fiable est probablement illusoire, mais il mérite tous nos efforts afin de s'assurer que ce que nous mesurons relève bien de la délibération. Un travail reste donc nécessaire, tant pour cette nouvelle mesure — qui n'a pas encore atteint sa forme optimale — que pour les autres mesures. Nous pensons

néanmoins que l'approche par « triangulation » et convergence de preuve est la meilleure approche actuellement disponible pour évaluer le raisonnement délibératif.

Sur le plan théorique, la thèse a permis de dépasser notre conception initiale du doute. Deux clarifications majeures en découlent. D'une part, la distinction entre doute incident et doute intégral, qui diffèrent non seulement par leur origine, mais aussi par leur mécanisme d'influence sur le raisonnement. Le doute intégral agit comme un déclencheur local et ciblé, tandis que le doute incident modifie de manière plus générale l'état cognitif de l'individu, en réduisant par exemple sa confiance ou en augmentant sa vigilance. La distinction entre ces deux types de doute est importante, car il n'est pas certain que la méfiance accrue entraîne toujours une augmentation effective de la délibération.

D'autre part, cette thèse révèle l'ambivalence du doute quant à ses effets sur la performance. Si le doute améliore les performances en situation de conflit cognitif (où il permet de remettre en question des intuitions erronées), il tend à les diminuer en situation non conflictuelle, probablement en raison d'une surcharge cognitive ou d'une anxiété menant à des hésitations néfastes à la performance. Ces résultats peuvent être interprétés de deux manières : (1) soit le doute augmente bien la délibération, mais celle-ci n'est pas toujours la réponse la plus adaptée à la situation (particulièrement les situations avec pression temporelle sans conflit où l'intuition initiale est correcte) ; (2) soit notre mesure, sensible au doute incident, capte également un engagement général (vigilance, méfiance) plutôt qu'un raisonnement analytique au sens strict. Ces deux interprétations sont cohérentes avec notre modèle, mais présupposent deux visions de l'effort cognitif (l'une discrète et l'autre continue, voir *infra*).

Cette articulation entre émotion et raisonnement ouvre des perspectives de dialogue interdisciplinaire entre psychologie du raisonnement, neuroscience et philosophie de la cognition que de futures études devront préciser. Cependant, si cette transdisciplinarité est vertueuse, ces articulations entre différentes approches sont aussi à la source de complexités théoriques et empiriques qui méritent d'être discutées.

### **À la croisée des paradigmes**

Un point fondamental de notre travail a consisté à articuler plusieurs paradigmes théoriques, souvent abordés de manière séparée, afin de favoriser un dialogue entre des approches

traditionnellement cloisonnées, que ce soit la discussion préliminaire en philosophie et psychologie du raisonnement, mais aussi à l'intérieur même de la psychologie.

Au tout début des années 2010, la théorie du double processus a vécu une révolution conceptuelle. L'adoption du paradigme métacognitif (Thompson, 2009) a permis d'éclairer sous un jour nouveau l'interaction entre le Système 1 (intuitif) et le Système 2 (délibératif). Ce paradigme postule que les individus sont capables d'évaluer leurs propres jugements, idées ou croyances. Cette capacité a permis aux théories du double processus de mieux comprendre la motivation des organismes à recourir à un raisonnement coûteux, comme celui mobilisé par le Système 2. En effet, l'hypothèse principale — qui reste au cœur des modèles actuels — est que les intuitions sont accompagnées de sentiments métacognitifs, que les chercheurs désignent, selon les cas, comme Feeling of Rightness (FOR ; Thompson & Morsanyi, 2012), Feeling of Error (Fernandez Cruz et al., 2016; Gangemi et al., 2015), Feeling of Wrongness (Ackerman & Thompson, 2017), ou encore comme une expérience d'incertitude (De Neys, 2022).

Partant de ce cadre, notre question fut la suivante : comment les évaluations émotionnelles (*appraisals*) interagissent-elles avec ces jugements métacognitifs ? Théoriquement, le Feeling of Rightness est à considérer comme une expérience métacognitive (Ackerman & Thompson, 2017; Thompson & Morsanyi, 2012). Ces expériences permettent de rendre compte du contenu affectif de certains jugements implicites, comme l'impression de savoir ou d'avoir un mot sur le bout de la langue (Efklides, 2001, 2002, 2006, 2020). En tant qu'expérience métacognitive, le Feeling of Rightness est conceptualisé comme un phénomène construit à partir d'indices cognitifs, tels que la fluidité de l'émergence d'une intuition. Or, cette fluidité, souvent associée à des affects positifs (Morsanyi & Handley, 2012 ; Thompson & Morsanyi, 2012 ; Trippas et al., 2016), influence directement le jugement que nous portons sur l'intuition. Plus une intuition émerge de manière fluide, plus elle est perçue comme correcte. Nous avons donc conclu, au chapitre 1, qu'il doit exister une évaluation préalable au jugement métacognitif, qui serait à l'origine de l'affect positif déclenché et que le FOR n'arriverait que dans un second temps. Cependant, cette explication semble encore incomplète.

En effet, la théorie de l'*appraisal* ne se limite pas à l'évaluation d'événements externes (comme un bruit, une image, une sensation, etc.). Elle englobe également les événements internes (tels que nos

croyances et nos jugements ; Frijda, 1986 ; Lazarus et al., 1970 ; Moors & Fischer, 2019 ; Parkinson & Manstead, 1992 ; Reizenzein, 2001 ; Roseman, 1984 ; Smith, 1989 ; Smith & Lazarus, 1990). Ainsi, il pourrait parfaitement faire sens de s'extraire totalement du cadre métacognitif ou plutôt d'intégrer ce cadre dans le cadre plus large de l'appraisal. Un jugement métacognitif pourrait être considéré comme un *appraisal* à part entière. Un individu peut ressentir une émotion à propos de ses propres cognitions (la honte, le dégoût ou la joie par exemple). Si tel est le cas, les affects positifs devraient découler de l'évaluation cognitive de la fluence intuitive et pourrait être réévalués métacognitivement. Il ne s'agit pas de nier le rôle de la métacognition dans la transition de l'intuition à la délibération, mais plutôt de suggérer que des phénomènes a priori disparates — tels que la métacognition et l'évaluation (*appraisal*) — peuvent sans doute être compris à partir d'un même cadre théorique.

Bien que cette discussion entre paradigmes dépasse le cadre strict de cette thèse, elle nous semble essentielle et mériterait d'être abordée empiriquement. En effet, le modèle du MAD que nous proposons postule — sans en avoir encore fourni la démonstration expérimentale — que toute situation induisant une discontinuité dans l'expérience de l'organisme, c'est-à-dire un écart entre la situation perçue et les buts poursuivis, devrait engendrer du doute et, par conséquent, susciter une délibération. Dans ce type de configuration, il n'y aurait pas nécessairement d'intuition préalable susceptible de faire l'objet d'un jugement métacognitif. C'est en ce sens que le paradigme de l'appraisal nous paraît plus économique : il permet de rendre compte aussi bien des cas où une intuition est présente que de ceux où elle ne l'est pas.

### **Du continuum de l'effort cognitif.**

Le MAD pourrait, à première vue, être interprété comme un modèle fondé sur des processus discrets. À l'instar de certaines théories du double processus, cette lecture donnerait à penser que nous défendons une vision catégorielle de l'intuition et de la délibération. Selon cette conception, la délibération posséderait des caractéristiques spécifiques, radicalement hétérogènes à celles de l'intuition. Le doute, dans cette perspective, jouerait alors le rôle d'un interrupteur : sa présence indiquerait une entrée dans un mode délibératif, tandis que son absence signalerait un fonctionnement intuitif.

Nous nous inscrivons toutefois en faux contre cette lecture. En accord avec la critique formulée par De Neys (2022, 2025) à l'égard du postulat de non-exclusivité des processus de raisonnement, nous considérons qu'aucun système — qu'il s'agisse des caractéristiques, des produits ou des fonctions cognitives — ne doit pas être envisagé comme exclusif. En ce sens, nous défendons une approche continuiste des processus mentaux.

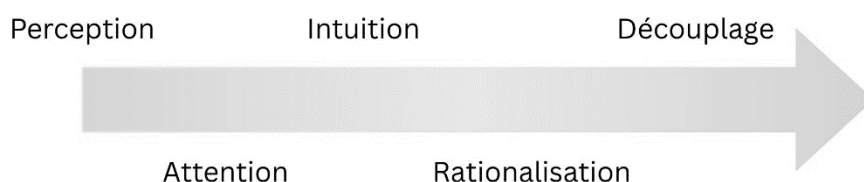
Plus généralement, nous soutenons que la théorie de l'esprit prédictif (*predictive processing*) offre un cadre pertinent pour penser ce continuum, non seulement entre intuition et délibération, mais également entre processus cognitifs de bas niveau comme la perception et de haut niveau comme la prise de décision. Selon ce cadre théorique, l'esprit fonctionne comme un générateur de prédictions, engagé en permanence dans la minimisation de l'erreur de prédiction (Clark, 2013; Friston, 2010; Hohwy, 2013).

Dans cette perspective, le doute peut être compris comme la composante émotionnelle négative d'un signal d'erreur de prédiction que les modèles internes de l'organisme ne parviennent pas à résoudre rapidement. Il incarne l'expérience subjective d'un décalage entre ce que l'on attend et ce que l'on perçoit. Ce signal joue alors un rôle déclencheur : il motive l'engagement dans des processus visant à restaurer la cohérence de son modèle du monde, et à assurer la continuité de l'action.

Ainsi, cette approche plaide en faveur d'une vision graduelle du traitement cognitif : la délibération et la prise de décision constitueraient des réponses coûteuses à une discontinuité marquée, tandis qu'une simple hausse de l'attention pourrait suffire à répondre à un doute plus faible.

### Figure 5.1

*Le continuum de l'effort cognitif*



Bien qu'il ait été difficile d'intégrer cette hypothèse dans les chapitres précédents, nous pensons qu'elle permet de répondre à une question soulevée au chapitre 3 : pourquoi le froncement de sourcil augmente-t-il à la fois le doute ressenti et le nombre de réponses logiques, sans pour autant entraîner une délibération manifeste ? Nous formulons ici l'hypothèse que le froncement de sourcil induit un doute incident de faible intensité, qui provoque une augmentation de l'engagement dans la tâche — probablement un renforcement de l'attention — sans impliquer nécessairement un recours explicite à la délibération.

On peut alors concevoir un continuum structuré par une série d'étapes cognitives progressivement plus coûteuses, telles que l'inhibition d'une réponse intuitive, la rationalisation, ou encore le découplage. Chacune de ces étapes serait mobilisée en fonction du niveau de doute éprouvé, lui-même indexé sur l'ampleur du décalage entre la situation perçue et les objectifs de l'organisme.

### **Doute et incertitude**

Comme nous venons de le voir, si les effets du doute restent à préciser, le doute lui-même mérite également une attention particulière. Nous sommes en effet confrontés à une question fondamentale de clarification conceptuelle de notre objet d'étude : que mesurons-nous exactement avec notre échelle du doute ?

Tout d'abord, notre travail invite à distinguer clairement doute et incertitude. Là où l'incertitude renvoie à l'évaluation cognitive du manque d'information ou de la confiance d'un individu en ses propres cognitions, le doute se caractérise par une dynamique émotionnelle et motivationnelle, née d'un écart perçu entre la situation et les objectifs de l'individu, et donnant lieu à un sentiment de menace que l'environnement ferait peser sur lui.

Ainsi, dans certains cas, il devrait être possible d'être incertain sans douter. Lorsqu'un individu affirme « je ne sais pas » face à une question, comme « quel est le spin du photon ? », cette réponse peut être interprétée comme l'expression d'une incertitude *épistémique* : elle traduit un manque d'information ou une faible confiance dans ses capacités à formuler une réponse correcte. Toutefois, cette forme d'incertitude, si elle n'est pas menaçante, ne s'accompagnera pas nécessairement d'une réponse

émotionnelle et d'un engagement cognitif. Dans certaines situations, un « je ne sais pas » peut être une réponse valable.

À l'inverse, le doute suppose qu'un « je ne sais pas » ne soit pas satisfaisant. Il s'accompagnera alors d'une impression de menace et donc d'un besoin de résolution. En somme, si toute situation de doute implique un certain degré d'incertitude, l'inverse n'est pas vrai : l'incertitude ne devient doute que lorsqu'elle active une mobilisation affective et motivationnelle en vue de réduire l'écart perçu. Ainsi, le doute ne devrait pas être compris uniquement comme le signal d'un échec de l'intuition, mais plus généralement comme le signal d'un désajustement entre les attentes et la situation perçue (dont l'échec est une instance). L'échec de l'intuition devrait par contre être compris comme une menace pour l'organisme.

S'il existe donc au cœur de notre définition du doute, cette incertitude épistémique (au sens de « je ne sais pas répondre à cette question »), la définition implicite actuellement adoptée dans les modèles du raisonnement est celle d'un « niveau de croyance en la validité d'une intuition » (une incertitude métacognitive). Qu'il s'agisse d'un feeling of rightness (Thompson et al., 2011) ou de l'incertitude (De Neys, 2022), le mécanisme explicatif de la motivation à délibérer est généralement opérationnalisé en demandant aux individus d'évaluer leur confiance dans leur réponse intuitive. Ce type d'incertitude est bien métacognitif : il suppose l'existence d'un contenu cognitif sur lequel porter un jugement.

Or, comme nous l'avons suggéré, il est tout à fait probable qu'un problème ne suscitant aucune intuition immédiate puisse néanmoins provoquer du doute, et donc accroître la probabilité d'un recours à la délibération. Par exemple, si l'on vous demande le résultat de  $54 \times 26$ , vous vous sentirez probablement capable de le résoudre, même si aucune réponse précise ne vous vient spontanément à l'esprit. Si vous êtes dans une situation non menaçante — c'est-à-dire une situation qui n'entraîne aucune répercussion négative si vous ne répondez pas au problème — alors vous ne délibérerez tout simplement pas. En revanche, si la bonne réponse à ce calcul vous permet d'obtenir votre année universitaire, de réussir un concours ou d'accéder à un emploi (et que ces objectifs vous tiennent réellement à cœur), vous éprouverez du doute et vous délibérerez probablement. Or, dans ce cas,

puisque'il n'existe pas d'intuition de la réponse, le degré d'incertitude ne peut pas être considéré comme le facteur déterminant du déclenchement du raisonnement délibératif.

Cela ne signifie pas qu'il n'y ait aucune forme d'intuition, dans la mesure où une métacognition de type « je pense que je peux trouver la réponse » ou une stratégie de réponse comme « je vais d'abord faire  $50 \times 30$  » est probablement présente. Ce que nous soulignons ici, c'est que le doute en jeu ne se réduit pas à un degré de croyance dans la validité d'une intuition répondant au problème, précisément parce qu'il n'y a aucune intuition à juger.

Mais plus encore, nous ne pouvons pas supposer qu'il existe un FOR (ou toute autre expérience métacognitive similaire) concernant ces intuitions parallèles qui serait prédictif des efforts cognitifs engagés par l'individu. Ce que nous voulons souligner ici, c'est que, dans le cadre d'un problème de mathématiques difficile, mais faisable, les individus sont probablement à la fois très certains de ne pas connaître la réponse et très certains de pouvoir résoudre le problème (dans les deux cas, il s'agirait d'un niveau élevé de *rightness* dans ces intuitions). Cela implique que les individus ne sont pas poussés à réfléchir pour résoudre le problème. Or, avec ce même niveau de certitude, mais placés dans une situation menaçante (c'est-à-dire une situation discontinue révélant un écart entre les désirs et l'environnement), le MAD prédirait une motivation à recourir au raisonnement pour résoudre le problème.

Cette hypothèse, à tester empiriquement, pourrait confirmer l'idée que le doute n'est pas nécessairement une affaire d'incertitude métacognitive et pas non plus réductible à l'incertitude épistémique. Ainsi, si l'on souhaite étudier le doute en tant que discontinuité ou écart désir/environnement, il faut considérer que l'incertitude métacognitive ("Je ne suis pas certain de mon intuition") n'est pas nécessaire à l'apparition du doute, et que l'incertitude épistémique ("je ne sais pas") doit être considérée comme une forme de menace pour inciter à la pensée délibérative, à s'activer.

### **Limites et perspectives**

À notre sens, la principale limite de notre travail réside dans le manque d'études écologiques. Le traitement de problèmes syllogistiques abstraits est loin de refléter l'utilisation réelle du raisonnement dans des contextes naturels. Cette limite est d'autant plus importante que le caractère écologique des

études peut avoir un impact considérable sur les résultats, soutenant, d'un côté, l'existence de biais cognitifs inefficaces (Kahneman, 2011), et de l'autre, l'efficacité d'heuristiques rapides et frugales (Gigerenzer et al., 1999). De futures recherches pourraient tenter de remédier à ce manque de validité écologique par des améliorations portant sur trois dimensions importantes : manipulation de la menace, problème sans intuition, et continuum des disfluences.

**Manipulation de la menace.** Le problème à résoudre par les participants est une mise en scène dévaluée de la réalité. En d'autres termes, les syllogismes ne sont pas perçus comme de véritables problèmes que les organismes chercheraient à résoudre, poussés par un intérêt sincère. Le problème est que, si le doute est censé être une discontinuité menaçante, la dimension de menace est souvent perçue comme faible en situation expérimentale, où rien de particulier ne peut arriver aux participants. Une légère pression liée à la performance lors de la résolution de syllogismes peut naître dans ce contexte, mais elle reste insignifiante comparée à celle générée par des situations réelles.

Dans cette optique, il conviendrait de faire varier le niveau de menace. Par exemple, une étude comparant deux groupes d'individus confrontés à des problèmes de logique, dont l'un serait placé dans une situation menaçante (évaluation par des pairs, risque de punition en cas d'erreur, etc.), devrait révéler des effets différenciés sur l'intensité du doute et, par conséquent, sur l'engagement dans la délibération. Le groupe soumis à la menace devrait manifester un doute plus marqué, et donc une propension plus forte à réfléchir. Nous retrouverions le paradigme de *l'appraisal* qui présuppose que ce genre d'évaluation cognitive est prise en compte par les individus pour juger leur environnement, ce qui mène à des émotions différenciées. Dans la théorie de Klaus Scherer (2001), les *Relevance Checks* et les *Normative Significance Checks* correspondent typiquement à des évaluations de la menace. Le premier consiste, entre autres, à estimer le niveau potentiel de menace que représente un événement pour les objectifs de l'organisme. Le second évalue la compatibilité de cet événement avec les normes, les valeurs et les rôles sociaux de l'individu.

**Problème sans intuition.** Comme nous l'avons vu précédemment, ce n'est pas seulement l'échec d'une intuition qui génère du doute, mais plus généralement toute forme de discontinuité cognitive, c'est-à-dire tout décalage perçu entre ce que l'on attend et ce que l'on observe. Le doute est

donc compris comme le signal d'alerte d'un écart en court, potentiellement problématique pour l'individu.

Les modèles précédents partent du principe que l'on juge métacognitivement l'intuition qui nous apparaît, or nous pensons que des exercices complexes, mais faisables peuvent ne générer aucune intuition. Par exemple, considérons ce problème :

« Tous les Frims sont des Tufs.

Certains Tufs sont des Bligs.

Seulement les Frims sont des Blargs.

Peut-on conclure que certains Bligs sont des Blargs et des Tufs ? »

Il est très probable qu'aucune intuition répondant directement au problème ne vous provienne et si c'est bien le cas, le FOR ou le RU deviennent inopérants dans ce genre de contexte. Cela ne veut pas dire qu'il n'y aura pas de monitoring de cette absence, mais ce qui est désigné par les modèles comme les indices cognitifs permettant d'évaluer le niveau de certitude ne sont pas pertinents ici. Dans une situation d'absence totale et absolue d'intuition, la fluidité ou le conflit des intuitions n'existe pas. Or ce qu'il reste est l'*incertitude épistémique* ("je ne connais pas la réponse") et la *menace* qui est déterminée par l'évaluation de l'écart entre ce que veut l'individu et ce qu'il a : un *appraisal* qui débouchera sur une réaction émotionnelle. L'hypothèse que l'on formule est donc que dans une situation de non-intuition, même très certaine ("je suis absolument certain de ne pas savoir"), ce qui fera varier la motivation à utiliser la pensée délibérative sera le niveau de discontinuité et de menace.

Si ce type de problème était opérationnalisé selon un *two-response paradigm* ne suscitant aucune intuition, il devrait tout de même provoquer du doute et de la délibération en situation de menace, mais pas d'incertitude métacognitive. Si un tel effet était observé empiriquement, cela viendrait renforcer l'hypothèse d'une indépendance théorique entre, d'une part, l'incertitude métacognitive et, d'autre part, le doute.

**Continuum des disfluences.** Enfin, si la discontinuité peut varier en intensité, il est également possible qu'il existe des formes de discontinuités encore plus faibles, déclenchées par des disfluences

perceptives, telles qu'une police de caractère difficilement lisible ou le froncement de sourcil (Alter et al., 2007). Cela dit, les effets de ces disfluences font encore l'objet de débats dans la littérature (voir Alter et al., 2013 ; Meyer et al., 2015) et nos propres études n'ont pas pu trancher le débat.

En somme, nous pensons que le Modèle du Doute Aversif proposé dans cette thèse est une première étape permettant de poser des questions pertinentes à la littérature actuelle sur le raisonnement et de proposer des solutions à l'inspiration pluridisciplinaire.

### **Remarques générales**

Montrer que l'être humain a, en général, une aversion au doute — ainsi qu'au processus de réflexion lente — ne doit pas être interprété comme le dernier clou dans le cercueil déjà bien entamé de l'optimisme des Lumières, à l'heure d'un moment historique vacillant. Il serait erroné d'en conclure que la rationalité humaine est morte et enterrée, au seul motif que nous utilisons peu ce fameux « système 2 », et que son activation doit désormais être perçue comme désagréable. D'abord, il n'est pas impossible d'apprendre à apprécier un processus exigeant ou inconfortable par essence. Les scientifiques, les marathoniens, les musiciens ou les artisans expérimentés pourraient en témoigner : la difficulté, l'effort ou la douleur initiale n'empêchent pas le développement d'un goût ou d'une motivation intrinsèque pour une activité difficile, tant que celle-ci est dotée de sens et suffisamment valorisée. Cependant, cela suppose deux conditions. 1) Réduire les sources de doute incident, c'est-à-dire les causes structurelles d'incertitude (économique, existentielle, politique, etc.), afin de limiter les situations dans lesquelles notre raisonnement intuitif, empêché d'accéder pleinement à la mémoire de travail, fonctionne en mode dégradé. L'instabilité et l'imprévisibilité du monde social consomment nos ressources attentionnelles et rendent plus difficile le recours à la pensée réflexive. Il ne faudrait pas confondre incapacité à raisonner et contexte hostile au raisonnement. 2) Comprendre que le raisonnement délibératif n'est pas une fin en soi, mais un moyen d'automatiser des réponses intuitives pertinentes. L'idéal n'est pas de réfléchir tout le temps, mais de réfléchir suffisamment pour disposer, à terme, d'un répertoire d'heuristiques efficaces et valides. Les meilleurs raisonneurs sont les individus aux meilleures intuitions (Bago & De Neys, 2019 ; Raelison et al., 2020 ; Thompson et al., 2018). Ce processus d'automatisation, quand il est bien guidé, constitue l'expertise. Si l'expert devait tout repenser

à chaque fois, les maisons brûleraient, les patients décéderaient, les plafonds s'effondreraient, les pannes d'électricité dureraient des jours, et les voitures resteraient à l'arrêt, le temps que l'expert délibère. Les bonnes décisions sont prises par celles et ceux qui ont eu suffisamment d'expériences pertinentes, variées, et structurées, pour avoir automatisé tout un ensemble de réponses intuitives fiables (Gigerenzer et al., 1999). Valoriser sans nuance le doute, la pensée critique ou le scepticisme méthodique n'a de sens que pour des individus qui peuvent se permettre de différer leurs décisions — or ils sont très peu nombreux. Si l'on veut donc que les citoyens et citoyennes soient capables de bons raisonnements, il faut les préparer à avoir de bonnes intuitions.

### **Des nouvelles de l'ornithorynque**

En impliquant clairement l'étude des émotions et leurs cadres théoriques, nous pensons que le MAD nous permet de répondre à un certain nombre de questions concernant la découverte de l'ornithorynque.

En premier lieu, il explique pourquoi cet animal suscita une telle fascination. Sa révélation provoqua, chez les savants de l'époque, une profonde dissonance dans l'ordre établi de leur expérience : celle d'un monde soigneusement ordonné, où les mammifères et les ovipares étaient classés en deux catégories nettes, délimitées avec une rigueur toute scientifique. Or, voici qu'apparaissait un être hybride, défiant ces distinctions élémentaires.

En second lieu, le modèle éclaire les raisons pour lesquelles cette incongruité incita les esprits à mobiliser d'importantes ressources cognitives. Ils furent mus par une émotion de valence négative, que nous nommons aujourd'hui « doute ». L'ampleur de l'incertitude, née de l'incongruité de cette créature, conjuguée à la menace implicite pesant sur leur position sociale ou leur sentiment d'expertise, composa le mélange nécessaire à l'émergence d'une expérience de doute véritable.

En troisième lieu, il permet de comprendre pourquoi les premières théories rejetèrent tout bonnement l'existence de l'ornithorynque. Le raisonnement, en effet, demeure un exercice pénible, car il s'accompagne de doute ; et les hommes, en général, s'efforcent d'éviter un inconfort prolongé. L'un des moyens d'y parvenir consiste à rationaliser des intuitions qui conservent la continuité de l'ordre établi, quand bien même ces intuitions seraient fallacieuses ou extravagantes.

En quatrième lieu, le modèle offre une explication à la persistance des efforts théoriques qui menèrent à la création d'une nouvelle catégorie zoologique. Car l'incongruité et le doute ne s'évanouirent pas, même après que l'on eut formulé l'hypothèse qu'un taxidermiste ingénieux avait fabriqué de toutes pièces l'ornithorynque. Des interrogations telles que « Qui donc était ce taxidermiste ? » ou « Pourquoi ne voit-on pas de traces de couture ? » demeurèrent sans réponse, tout comme subsistait le doute. En dernière analyse, la version définitive de la théorie fut jugée satisfaisante non pas parce qu'elle se révélait logiquement irréfutable ou revêtue d'un sceau de vérité absolue, mais bien parce qu'elle empêchait efficacement l'apparition de nouveaux doutes.

En dépit de tout ce qui reste à accomplir, nous croyons que cette thèse propose, et met à l'épreuve de l'expérience, une approche qui permet non seulement de comprendre pourquoi et en quelles circonstances nous engageons un raisonnement coûteux, mais qui réconcilie également les dimensions affectives et cognitives du raisonnement humain, offrant ainsi une perspective à la fois intégrative et fertile pour la psychologie contemporaine du raisonnement.

## Bibliographie

- Ackerman, R., & Thompson, V. A. (2017). Meta-Reasoning: Monitoring and Control of Thinking and Reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(8), 607-617. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.05.004>
- Alter, A. L. (2013). The Benefits of Cognitive Disfluency. *Current Directions in Psychological Science*, 22(6), 437-442. <https://doi.org/10.1177/0963721413498894>
- Alter, A. L., Oppenheimer, D. M., & Epley, N. (2013). Disfluency prompts analytic thinking—But not always greater accuracy: Response to Thompson et al. (2013). *Cognition*, 128(2), 252-255. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.01.006>
- Alter, A. L., Oppenheimer, D. M., Epley, N., & Eyre, R. N. (2007). Overcoming intuition: Metacognitive difficulty activates analytic reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(4), 569-576. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.4.569>
- Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 224-237. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224>
- Bago, B., & De Neys, W. (2017). Fast logic?: Examining the time course assumption of dual process theory. *Cognition*, 158, 90-109. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.10.014>
- Bago, B., & De Neys, W. (2019). The Smart System 1: Evidence for the intuitive nature of correct responding on the bat-and-ball problem. *Thinking & Reasoning*, 25(3), 257-299. <https://doi.org/10.1080/13546783.2018.1507949>
- Bago, B., & De Neys, W. (2020). Advancing the specification of dual process models of higher cognition: A critical test of the hybrid model view. *Thinking & Reasoning*, 26(1), 1-30. <https://doi.org/10.1080/13546783.2018.1552194>

- Ball, L. J. (2013). Microgenetic evidence for the beneficial effects of feedback and practice on belief bias. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 183-191. <https://doi.org/10.1080/20445911.2013.765856>
- Ball, L. J., Lucas, E. J., Miles, J. N. V., & Gale, A. G. (2003). Inspection times and the selection task : What do eye-movements reveal about relevance effects? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 56(6), 1053-1077. <https://doi.org/10.1080/02724980244000729>
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy. *Science*, 275(5304), 1293-1295. <https://doi.org/10.1126/science.275.5304.1293>
- Becker, J. C., Kraus, M. W., & Rheinschmidt-Same, M. (2017). Cultural Expressions of Social Class and Their Implications for Group-Related Beliefs and Behaviors : Cultural Expressions of Social Class. *Journal of Social Issues*, 73(1), 158-174. <https://doi.org/10.1111/josi.12209>
- Berenbaum, H., Bredemeier, K., & Thompson, R. J. (2008). Intolerance of uncertainty : Exploring its dimensionality and associations with need for cognitive closure, psychopathology, and personality. *Journal of Anxiety Disorders*, 22(1), 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2007.01.004>
- Berger, A., Mitschke, V., Dignath, D., Eder, A., & Steenbergen, H. (2020). The face of control : Corrugator supercilii tracks aversive conflict signals in the service of adaptive cognitive control. *Psychophysiology*, 57(4), 1-13. <https://doi.org/10.1111/psyp.13524>
- Białek, M., & De Neys, W. (2016). Conflict detection during moral decision-making : Evidence for deontic reasoners' utilitarian sensitivity. *Journal of Cognitive Psychology*, 28(5), 631-639. <https://doi.org/10.1080/20445911.2016.1156118>

- Bitti, P. E. R., Bonfiglioli, L., Melani, P., Caterina, R., & Garotti, P. (2014). Expression and communication of doubt/uncertainty through facial expression. *Ricerche Di Pedagogia e Didattica*, 9(1), 159-177. <https://doi.org/10.6092/issn.1970-2221/4296>
- Blanchette, I. (2006). The effect of emotion on interpretation and logic in a conditional reasoning task. *Memory & Cognition*, 34(5), 1112-1125. <https://doi.org/10.3758/BF03193257>
- Blanchette, I. (2014). *Emotion and reasoning*. Psychology Press, Taylor & Francis Group.
- Blanchette, I., & Caparos, S. (2013). When emotions improve reasoning : The possible roles of relevance and utility. *Thinking & Reasoning*, 19(3-4), 399-413. <https://doi.org/10.1080/13546783.2013.791642>
- Blanchette, I., & Caparos, S. (2016). Working memory function is linked to trauma exposure, independently of post-traumatic stress disorder symptoms. *Cognitive Neuropsychiatry*, 21(6), 494-509. <https://doi.org/10.1080/13546805.2016.1236015>
- Blanchette, I., & Richards, A. (2010). The influence of affect on higher level cognition : A review of research on interpretation, judgement, decision making and reasoning. *Cognition and Emotion*, 24(4), 561-595. <https://doi.org/10.1080/02699930903132496>
- Blanchette, I., Richards, A., Melnyk, L., & Lavda, A. (2007). Reasoning about emotional contents following shocking terrorist attacks : A tale of three cities. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 13(1), 47-56. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.13.1.47>
- Bless, H. (2007). The Consequences of Mood on the Processing of Social Information. In A. Tesser & N. Schwarz (Éds.), *Blackwell Handbook of Social Psychology : Intraindividual Processes* (p. 391-412). Blackwell Publishers Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470998519.ch18>

- Bodenhausen, G. V. (1993). Emotions, arousal, and stereotypic judgments : A heuristic model of affect and stereotyping. In *Affect, cognition, and stereotyping : Interactive processes in group perception* (p. 13-37). Academic Press.
- Boissin, E., Caparos, S., & De Neys, W. (2023). No easy fix for belief bias during syllogistic reasoning? *Journal of Cognitive Psychology*, 35(4), 401-421. <https://doi.org/10.1080/20445911.2023.2181734>
- Borkovec, T. D., Lyonfields, J. D., Wisner, S. L., & Deihl, L. (1993). The role of worrisome thinking in the suppression of cardiovascular response to phobic imagery. *Behavioral Assessment*, 31(3), 321-324. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(93\)90031-O](https://doi.org/10.1016/0005-7967(93)90031-O)
- Botvinick, M. M. (2007). Conflict monitoring and decision making : Reconciling two perspectives on anterior cingulate function. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7(4), 356-366. <https://doi.org/10.3758/CABN.7.4.356>
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion : The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Braem, S., King, J. A., Korb, F. M., Krebs, R. M., Notebaert, W., & Egner, T. (2017). The Role of Anterior Cingulate Cortex in the Affective Evaluation of Conflict. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 29(1), 137-149. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_01023](https://doi.org/10.1162/jocn_a_01023)
- Brown, J. S., & VanLehn, K. (1980). Repair theory : A generative theory of bugs in procedural skills. *Cognitive Science*, 4(4), 379-426. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(80\)80010-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(80)80010-3)
- Brun, G., & Kuenzle, D. (2008). A New Role for Emotions in Epistemology. In G. Brun, U. Doğuoğlu, & D. Kuenzle (Éds.), *Epistemology and Emotions* (p. 1-31). Ashgate Publishing Company.

- Buhr, K., & Dugas, M. J. (2002). The intolerance of uncertainty scale : Psychometric properties of the English version. *Behaviour Research and Therapy*, 40(8), 931-945. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(01\)00092-4](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(01)00092-4)
- Burke, B. L., Martens, A., & Faucher, E. H. (2010). Two Decades of Terror Management Theory : A Meta-Analysis of Mortality Salience Research. *Personality and Social Psychology Review*, 14(2), 155-195. <https://doi.org/10.1177/1088868309352321>
- Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(6), 215-222. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01483-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01483-2)
- Cacioppo, J. T., & Petty, R. E. (1982). The need for cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, 42, 116-131. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.42.1.116>
- Cacioppo, J. T., Petty, R. E., & Chuan Feng Kao. (1984). The Efficient Assessment of Need for Cognition. *Journal of Personality Assessment*, 48(3), 306. [https://doi.org/10.1207/s15327752jpa4803\\_13](https://doi.org/10.1207/s15327752jpa4803_13)
- Cacioppo, J. T., Petty, R. E., Losch, M. E., & Hai Sook Kim. (1986). Electromyographic activity over facial muscle regions can differentiate the valence and intensity of affective reactions. *Journal of personality and social psychology*, 50(2), 260-268.
- Carroll, J. M., & Kay, D. S. (1988). Prompting, feedback and error correction in the design of a scenario machine. *International Journal of Man-Machine Studies*, 28(1), 11-27. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(88\)80050-6](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(88)80050-6)
- Channon, S., & Baker, J. (1994). Reasoning strategies in depression : Effects of depressed mood on a syllogism task. *Personality and Individual Differences*, 17, 707-711. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(94\)90148-1](https://doi.org/10.1016/0191-8869(94)90148-1)

- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition : A Theoretical Framework and Implications for Science Instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.
- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(3), 181-204. <https://doi.org/10.1017/S0140525X12000477>
- Clore, G. L., & Huntsinger, J. R. (2007). How emotions inform judgment and regulate thought. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(9), 393-399. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.08.005>
- Coles, N. A., Larsen, J. T., & Lench, H. C. (2019). A meta-analysis of the facial feedback literature : Effects of facial feedback on emotional experience are small and variable. *Psychological Bulletin*, 145, 610-651. <https://doi.org/10.1037/bul0000194>
- Cooper, J., & Carlsmith, K. M. (2015). Cognitive Dissonance. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences : Second Edition* (p. 76-78). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.24045-2>
- Cortial, C., Prado, J., & Caparos, S. (2025a). Reasoning does hurt : Deliberation is associated with heightened levels of doubt. *Thinking & Reasoning*, 0, 1-33. <https://doi.org/10.1080/13546783.2025.2531067>
- Cortial, C., Prado, J., & Caparos, S. (2025b). Reconceptualizing Metacognitive Experience in Dual-Process Reasoning : The Role of Emotion in Triggering Deliberation. *Cognitive Science*, 49(7), e70084. <https://doi.org/10.1111/cogs.70084>
- Craig, S., Graesser, A., Sullins, J., & Gholson, B. (2004). Affect and learning : An exploratory look into the role of affect in learning with AutoTutor. *Journal of Educational Media*, 29(3), 241-250. <https://doi.org/10.1080/1358165042000283101>

- Critchley, H. D., Mathias, C. J., & Dolan, R. J. (2001). Neural activity in the human brain relating to uncertainty and arousal during anticipation. *Neuron*, 29(2), 537-545. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(01\)00225-2](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(01)00225-2)
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error : Emotion, reason, and the human brain*. Putnam.
- Damasio, A. R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the pre-frontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 351(1346), 1413-1420. <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0125>
- Dandoy, A. C., & Goldstein, A. G. (1990). The use of cognitive appraisal to reduce stress reactions : A replication. *Journal of Social Behavior & Personality*, 5(4), 275-285.
- Daniel, D. B., & Klaczynski, P. A. (2006). Developmental and Individual Differences in Conditional Reasoning : Effects of Logic Instructions and Alternative Antecedents. *Child Development*, 77(2), 339-354. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00874.x>
- Darke, S. (1988). Anxiety and working memory capacity. *Cognition and Emotion*, 2(2), 145-154. <https://doi.org/10.1080/02699938808408071>
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals* (John Murray).
- David, L., Vassena, E., & Bijleveld, E. (2024). The unpleasantness of thinking : A meta-analytic review of the association between mental effort and negative affect. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/bul0000443>
- Davis, K. D., Taylor, K. S., Hutchison, W. D., Dostrovsky, J. O., McAndrews, M. P., Richter, E. O., & Lozano, A. M. (2005). Human Anterior Cingulate Cortex Neurons Encode Cognitive and Emotional Demands. *Journal of Neuroscience*, 25(37), 8402-8406. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2315-05.2005>
- De Neys, W. (2006). Dual Processing in Reasoning : Two Systems but One Reasoner. *Psychological Science*, 17(5), 428-433. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01723.x>

- De Neys, W. (2012a). Bias and Conflict A Case for Logical Intuitions. *Perspectives on Psychological Science*, 7, 28-38. <https://doi.org/10.1177/1745691611429354>
- De Neys, W. (2012b). Bias and Conflict : A Case for Logical Intuitions. *Perspectives on Psychological Science*, 7(1), 28-38. <https://doi.org/10.1177/1745691611429354>
- De Neys, W. (2014). Conflict detection, dual processes, and logical intuitions : Some clarifications. *Thinking and Reasoning*, 20. <https://doi.org/10.1080/13546783.2013.854725>
- De Neys, W. (2017). Bias, Conflict, and Fast Logic : Towards a hybrid dual process future? In *Dual Process Theory 2.0*. Routledge.
- De Neys, W. (2022). Advancing theorizing about fast-and-slow thinking. *Behavioral and Brain Sciences*, 1-68. <https://doi.org/10.1017/S0140525X2200142X>
- De Neys, W. (2023). Advancing theorizing about fast-and-slow thinking. *Behavioral and Brain Sciences*, 1-68. <https://doi.org/10.1017/S0140525X2200142X>
- De Neys, W. (2025). Defining deliberation for dual-process models of reasoning. *Nature Reviews Psychology*, 1-9. <https://doi.org/10.1038/s44159-025-00466-6>
- De Neys, W., & Bonnefon, J.-F. (2013). The ‘whys’ and ‘whens’ of individual differences in thinking biases. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(4), 172-178. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.02.001>
- De Neys, W., & Glumicic, T. (2008). Conflict monitoring in dual process theories of thinking. *Cognition*, 106(3), 1248-1299. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.06.002>
- De Neys, W., Moyens, E., & Vansteenwegen, D. (2010a). Feeling we’re biased : Autonomic arousal and reasoning conflict. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 10(2), 208-216. <https://doi.org/10.3758/CABN.10.2.208>
- De Neys, W., Moyens, E., & Vansteenwegen, D. (2010b). Feeling we’re biased : Autonomic arousal and reasoning conflict. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 10(2), 208-216. <https://doi.org/10.3758/CABN.10.2.208>

- De Neys, W., & Pennycook, G. (2019). Logic, Fast and Slow : Advances in Dual-Process Theorizing. *Current Directions in Psychological Science*, 28(5), 503-509. <https://doi.org/10.1177/0963721419855658>
- De Neys, W., Vartanian, O., & Goel, V. (2008). Smarter Than We Think : When Our Brains Detect That We Are Biased. *Psychological Science*, 19(5), 483-489. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02113.x>
- Dean, C., & Nielsen, J. (2007). Generalized linear mixed models : A review and some extensions. *Lifetime Data Analysis*, 13(4), 497-512. <https://doi.org/10.1007/s10985-007-9065-x>
- de Chantal, P.-L., Newman, I. R., Thompson, V. A., & Markovits, H. (2020). Who resists belief-biased inferences? The role of individual differences in reasoning strategies, working memory, and attentional focus. *Memory & Cognition*, 48(4), 655-671. <https://doi.org/10.3758/s13421-019-00998-2>
- Derakshan, N., & Eysenck, M. W. (1998). Working memory capacity in high trait-anxious and repressor groups. *Cognition and Emotion*, 12, 697-713. <https://doi.org/10.1080/026999398379501>
- de Sousa, R. (2009). Epistemic Feelings. *Mind and Matter*, 7, 139-161.
- Deutsch, R., & Strack, F. (2008). Variants of judgment and decision making : The perspective of the reflective-impulsive model. In *Intuition in judgment and decision making* (p. 39-53). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Dewey, J. (1910). *How we think* (D.C. Heath).
- D'Mello, S., & Graesser, A. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction*, 22(2), 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.001>

- D'Mello, S., & Graesser, A. (2014). Confusion and its dynamics during device comprehension with breakdown scenarios. *Acta Psychologica*, *151*, 106-116. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.06.005>
- D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R., & Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction*, *29*, 153-170. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.05.003>
- Dreisbach, G., & Fischer, R. (2012). Conflicts as aversive signals. *Brain and Cognition*, *78*(2), 94-98. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.12.003>
- Dreisbach, G., & Fischer, R. (2015). Conflicts as Aversive Signals for Control Adaptation. *Current Directions in Psychological Science*, *24*(4), 255-260. <https://doi.org/10.1177/0963721415569569>
- Drevets, W. C., & Raichle, M. E. (1998). Suppression of Regional Cerebral Blood during Emotional versus Higher Cognitive Implications for Interactions between Emotion and Cognition. *Cognition & Emotion*, *12*(3), 353-385. <https://doi.org/10.1080/026999398379646>
- Durso, F. T., Geldbach, K. M., & Corballis, P. (2012). Detecting Confusion Using Facial Electromyography. *Human Factors*, *54*(1), 60-69. <https://doi.org/10.1177/0018720811428450>
- Efklides, A. (2001). Metacognitive experiences in problem solving: Metacognition, motivation, and self-regulation. In *Trends and prospects in motivation research* (p. 297-323). Kluwer Academic Publishers.
- Efklides, A. (2002). Feelings and judgments as subjective evaluations of cognitive processing: How reliable are they? *Psychology: the Journal of the Hellenic Psychological Society*, *9*(2), 163-182. [https://doi.org/10.12681/psy\\_hps.24059](https://doi.org/10.12681/psy_hps.24059)

- Efklides, A. (2006). Metacognition and affect : What can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educational Research Review*, 1(1), 3-14.  
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2005.11.001>
- Efklides, A. (2008). Metacognition : Defining Its Facets and Levels of Functioning in Relation to Self-Regulation and Co-regulation. *European Psychologist*, 13(4), 277-287.  
<https://doi.org/10.1027/1016-9040.13.4.277>
- Efklides, A. (2011). Interactions of Metacognition With Motivation and Affect in Self-Regulated Learning: The MASRL Model. *Educational Psychologist*, 46(1), 6-25.  
<https://doi.org/10.1080/00461520.2011.538645>
- Efklides, A. (2020). Feelings and judgments as subjective evaluations of cognitive processing : How reliable are they? *Psychology: the Journal of the Hellenic Psychological Society*, 9(2), 163-182. [https://doi.org/10.12681/psy\\_hps.24059](https://doi.org/10.12681/psy_hps.24059)
- Ekman, P. (1982). *Emotion in the human face* (2nd ed). Cambridge University Press ; Editions de la Maison des Sciences de l'Homme. [http://bvbr.bib-bvb.de:8991/F?func=service&doc\\_library=BVB01&local\\_base=BVB01&doc\\_number=000019608&line\\_number=0001&func\\_code=DB\\_RECORDS&service\\_type=MEDIA](http://bvbr.bib-bvb.de:8991/F?func=service&doc_library=BVB01&local_base=BVB01&doc_number=000019608&line_number=0001&func_code=DB_RECORDS&service_type=MEDIA)
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). *Facial action coding system : Manual*. Consulting Psychologists Press.
- Endler, N. S., & Kocovski, N. L. (2001). State and trait anxiety revisited. *Journal of Anxiety Disorders*, 15(3), 231-245. [https://doi.org/10.1016/s0887-6185\(01\)00060-3](https://doi.org/10.1016/s0887-6185(01)00060-3)
- Epstein, S. (1994). Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious. *American Psychologist*, 49(8), 709-724. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.49.8.709>

- Erceg, N., Galić, Z., Bubić, A., & Jelić, D. (2023). Who detects and why : How do individual differences in cognitive characteristics underpin different types of responses to reasoning tasks? *Thinking & Reasoning*, 29(4), 594-642. <https://doi.org/10.1080/13546783.2022.2108897>
- Etkin, A., Egner, T., & Kalisch, R. (2011). Emotional processing in anterior cingulate and medial prefrontal cortex. *Trends in cognitive sciences*, 15(2), 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.11.004>
- Evans, J. S. B. (2010). *Thinking Twice : Two minds in one brain*. Oxford University Press.
- Evans, J. S. B. T. (1996). Deciding before you think : Relevance and reasoning in the selection task. *British Journal of Psychology*, 87(2), 223-240. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1996.tb02587.x>
- Evans, J. St. B. T. (2006). The heuristic-analytic theory of reasoning : Extension and evaluation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(3), 378-395. <https://doi.org/10.3758/BF03193858>
- Evans, J. St. B. T. (2007). On the resolution of conflict in dual process theories of reasoning. *Thinking & Reasoning*, 13(4), 321-339. <https://doi.org/10.1080/13546780601008825>
- Evans, J. St. B. T. (2011). Reasoning is for thinking, not just for arguing. *Behavioral and Brain Sciences*, 34(2), 77-78. <https://doi.org/10.1017/S0140525X10002773>
- Evans, J. St. B. T., Barston, J. L., & Pollard, P. (1983). On the conflict between logic and belief in syllogistic reasoning. *Memory & Cognition*, 11(3), 295-306. <https://doi.org/10.3758/BF03196976>
- Evans, J. St. B. T., & Curtis-Holmes, J. (2005). Rapid responding increases belief bias : Evidence for the dual-process theory of reasoning. *Thinking & Reasoning*, 11(4), 382-389. <https://doi.org/10.1080/13546780542000005>
- Evans, J. St. B. T., & Lynch, J. S. (1973). Matching bias in the selection task. *British Journal of Psychology*, 64(3), 391-397. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1973.tb01365.x>

- Evans, J. St. B. T., Newstead, S. E., Allen, J. L., & Pollard, P. (1994). Debiasing by instruction : The case of belief bias. *European Journal of Cognitive Psychology*, 6(3), 263-285. <https://doi.org/10.1080/09541449408520148>
- Evans, J. St. B. T., & Over, D. E. (1996). *Rationality and reasoning* (p. xi, 179). Psychology/Erlbaum (Uk) Taylor & Fr.
- Evans, J. St. B. T., & Pollard, P. (1990). Belief Bias and Problem Complexity in Deductive Reasoning. In J.-P. Caverni, J.-M. Fabre, & M. Gonzalez (Éds.), *Advances in Psychology* (Vol. 68, p. 131-154). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)61320-5](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)61320-5)
- Evans, J. St. B. T., & Stanovich, K. E. (2013). Dual-Process Theories of Higher Cognition : Advancing the Debate. *Perspectives on Psychological Science*, 8(3), 223-241. <https://doi.org/10.1177/1745691612460685>
- Fergus, T. A., & Rowatt, W. C. (2014). Intolerance of uncertainty and personality : Experiential permeability is associated with difficulties tolerating uncertainty. *Personality and Individual Differences*, 58, 128-131. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2013.10.017>
- Fernandez Cruz, A. L., Arango-Muñoz, S., & Volz, K. G. (2016). Oops, scratch that ! Monitoring one's own errors during mental calculation. *Cognition*, 146, 110-120. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.09.005>
- Fernando, A., Sivakumaran, B., & Suganthi, L. (2016). Message involvement and attitude towards green advertisements. *Marketing Intelligence & Planning*, 34. <https://doi.org/10.1108/MIP-11-2015-0216>
- Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance* (p. xi, 291). Stanford University Press.
- Festinger, L., Riecken, H. W., & Schachter, S. (1956). *When prophecy fails : A social and psychological study of a modern group that predicted the destruction of the world*. Harper.

- Finucane, M. L., Alhakami, A., Slovic, P., & Johnson, S. M. (2000). The affect heuristic in judgments of risks and benefits. *Journal of Behavioral Decision Making*, *13*(1), 1-17. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0771\(200001/03\)13:1<1::AID-BDM333>3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0771(200001/03)13:1<1::AID-BDM333>3.0.CO;2-S)
- Fontaine, J. R. J., Scherer, K. R., Roesch, E. B., & Ellsworth, P. C. (2007). The world of emotions is not two-dimensional. *Psychological Science*, *18*(12), 1050-1057. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.02024.x>
- Foster, M. I., & Keane, M. T. (2015). Why some surprises are more surprising than others : Surprise as a metacognitive sense of explanatory difficulty. *Cognitive Psychology*, *81*, 74-116. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2015.08.004>
- Frederick, S. (2005). Cognitive Reflection and Decision Making. *Journal of Economic Perspectives*, *19*(4), 25-42. <https://doi.org/10.1257/089533005775196732>
- Freeston, M. H., Rhéaume, J., Letarte, H., Dugas, M. J., & Ladouceur, R. (1994). Why do people worry? *Personality and Individual Differences*, *17*(6), 791-802. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(94\)90048-5](https://doi.org/10.1016/0191-8869(94)90048-5)
- Frey, D., Johnson, E. D., & De Neys, W. (2018). Individual differences in conflict detection during reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *71*(5), 1188-1208. <https://doi.org/10.1080/17470218.2017.1313283>
- Frijda, N. H. (1986). *The emotions* (p. xii, 544). Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.
- Friston, K. (2010). The free-energy principle : A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, *11*(2), 127-138. <https://doi.org/10.1038/nrn2787>
- Gagnon, M.-È., Labbé, A.-P., & Blanchette, I. (2021). Exploring the mechanisms responsible for the modulating role of frowning in emotional reasoning : An ERP study. *Brain and Cognition*, *152*, 105750. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2021.105750>

- Gambetti, E., Marinello, F., Zucchelli, M. M., Nori, R., & Giusbeerti, F. (2020). You Are Right, You Are Wrong : The Effect of Feedback on Intuitive Thinking. *The American Journal of Psychology*, *133*(4), 473-485. <https://doi.org/10.5406/amerjpsyc.133.4.0473>
- Gan, S., Yang, J., Chen, X., Zhang, X., & Yang, Y. (2017). High working memory load impairs the effect of cognitive reappraisal on emotional response : Evidence from an event-related potential study. *Neuroscience Letters*, *639*, 126-131. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2016.12.069>
- Gangemi, A., Bourgeois-Gironde, S., & Mancini, F. (2015). Feelings of error in reasoning—In search of a phenomenon. *Thinking & Reasoning*, *21*(4), 383-396. <https://doi.org/10.1080/13546783.2014.980755>
- Gawronski, B., & Strack, F. (2012). *Cognitive consistency : A fundamental principle in social cognition* (p. xiii, 494). Guilford Press.
- Gervais, W. M., & Norenzayan, A. (2012). Analytic Thinking Promotes Religious Disbelief. *Science*, *336*(6080), 493-496. <https://doi.org/10.1126/science.1215647>
- Ghasemi, O., Handley, S., Howarth, S., Newman, I., & Thompson, V. A. (2022). Logical intuition is not really about logic. *Journal of experimental psychology. General*. <https://doi.org/10.1037/xge0001179>
- Ghasemi, O., Handley, S. J., & Howarth, S. (2023). Illusory intuitive inferences : Matching heuristics explain logical intuitions. *Cognition*, *235*, 105417. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2023.105417>
- Gheza, D., Kool, W., & Pourtois, G. (2023). Need for cognition moderates the relief of avoiding cognitive effort. *PloS One*, *18*(11), e0287954. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287954>
- Gigerenzer, G., Todd, P. M., & ABC Research Group. (1999). *Simple heuristics that make us smart* (1. issued as an Oxford Univ. Press paperback). Oxford University Press.

- Goel, V. (2022). *Reason and Less : Pursuing Food, Sex, and Politics*. The MIT Press.
- Goel, V., Buchel, C., Frith, C., & Dolan, R. J. (2000). Dissociation of Mechanisms Underlying Syllogistic Reasoning. *NeuroImage*, 12(5), 504-514. <https://doi.org/10.1006/nimg.2000.0636>
- Goel, V., & Dolan, R. J. (2003). Explaining modulation of reasoning by belief. *Cognition*, 87(1), B11-B22. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(02\)00185-3](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(02)00185-3)
- Goldin, P. R., McRae, K., Ramel, W., & Gross, J. J. (2008). The Neural Bases of Emotion Regulation : Reappraisal and Suppression of Negative Emotion. *Biological psychiatry*, 63(6), 577-586. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.05.031>
- Gross, J. J. (1998). The Emerging Field of Emotion Regulation : An Integrative Review. *Review of General Psychology*, 2(3), 271-299. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.271>
- Gross, J. J., & Thompson, R. A. (2007). Emotion Regulation : Conceptual Foundations. In J. J. Gross & B. Q. Ford (Éds.), *Handbook of emotion regulation* (p. 3-24). The Guilford Press.
- Gruber, M. J., & Ranganath, C. (2019). How Curiosity Enhances Hippocampus-Dependent Memory : The Prediction, Appraisal, Curiosity, and Exploration (PACE) Framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(12), 1014-1025. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.10.003>
- Grupe, D. W., & Nitschke, J. B. (2013). Uncertainty and anticipation in anxiety : An integrated neurobiological and psychological perspective. *Nature Reviews. Neuroscience*, 14(7), 488-501. <https://doi.org/10.1038/nrn3524>
- Hajcak, G. (2012). What We've Learned From Mistakes : Insights From Error-Related Brain Activity. *Current Directions in Psychological Science*, 21(2), 101-106. <https://doi.org/10.1177/0963721412436809>

- Hajcak, G., & Foti, D. (2008). Errors Are Aversive : Defensive Motivation and the Error-Related Negativity. *Psychological Science*, *19*(2), 103-108.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02053.x>
- Haley, J. (1992). *Problem-Solving Therapy*. John Wiley & Sons.
- Hart, J. T. (1965). Memory and the feeling-of-knowing experience. *Journal of Educational Psychology*, *56*, 208-216. <https://doi.org/10.1037/h0022263>
- Hayes, B. K., Stephens, R. G., Lee, M. D., Dunn, J. C., Kaluve, A., Choi-Christou, J., & Cruz, N. (2022). Always look on the bright side of logic? Testing explanations of intuitive sensitivity to logic in perceptual tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *48*(11), 1598-1617. <https://doi.org/10.1037/xlm0001105>
- Heider, F. (1958). *The psychology of interpersonal relations* (p. ix, 326). John Wiley & Sons Inc. <https://doi.org/10.1037/10628-000>
- Hendricks, M. A., & Buchanan, T. W. (2016). Individual differences in cognitive control processes and their relationship to emotion regulation. *Cognition & Emotion*, *30*(5), 912-924. <https://doi.org/10.1080/02699931.2015.1032893>
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(3), 174-180.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.01.006>
- Hohwy, J. (2013). *The predictive mind* (First edition). Oxford University Press.
- Hong, J.-C., Hwang, M.-Y., Tai, K.-H., Kuo, Y.-C., & Lin, P.-C. (2017). Confusion affects gameplay. *Learning and Individual Differences*, *59*, 119-126.  
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.09.004>
- Horstmann, G. (2006). Latency and duration of the action interruption in surprise. *Cognition and Emotion*, *20*(2), 242-273. <https://doi.org/10.1080/02699930500262878>

- Hoshikawa, Y., & Yamamoto, Y. (1997). Effects of Stroop color-word conflict test on the autonomic nervous system responses. *The American Journal of Physiology*, 272(3 Pt 2), H1113-1121. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1997.272.3.H1113>
- Hsu, M., Bhatt, M., Adolphs, R., Tranel, D., & Camerer, C. F. (2005). Neural systems responding to degrees of uncertainty in human decision-making. *Science (New York, N.Y.)*, 310(5754), 1680-1683. <https://doi.org/10.1126/science.1115327>
- Inzlicht, M., Bartholow, B. D., & Hirsh, J. B. (2015). Emotional foundations of cognitive control. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(3), 126-132. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.01.004>
- Isler, O., & Yilmaz, O. (2023). How to activate intuitive and reflective thinking in behavior research? A comprehensive examination of experimental techniques. *Behavior Research Methods*, 55(7), 3679-3698. <https://doi.org/10.3758/s13428-022-01984-4>
- Isler, O., Yilmaz, O., & Dogruyol, B. (2020). Activating reflective thinking with decision justification and debiasing training. *Judgment and Decision Making*, 15(6), 926-938. <https://doi.org/10.1017/S1930297500008147>
- Izard, C. E. (1977). *Human Emotions*. Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- James, W. (1890a). *Principles of psychology*. Dover.
- James, W. (1890b). *The principles of psychology*. <http://psychclassics.yorku.ca/James/Principles/prin22.htm>
- Johnson-Laird, P. N., Mancini, F., & Gangemi, A. (2006). A hyper-emotion theory of psychological illnesses. *Psychological Review*, 113(4), 822-841. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.113.4.822>
- Kahneman, D. (2003a). A perspective on judgment and choice : Mapping bounded rationality. *American Psychologist*, 58(9), 697-720. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.58.9.697>

- Kahneman, D. (2003b). A perspective on judgment and choice : Mapping bounded rationality. *American Psychologist*, 58(9), 697-720. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.58.9.697>
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow* (1st ed). Farrar, Straus and Giroux.
- Kahneman, D., & Miller, D. T. (1986). Norm theory : Comparing reality to its alternatives. *Psychological Review*, 93, 136-153. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.93.2.136>
- Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (Éds.). (1982). *Judgment under Uncertainty : Heuristics and Biases*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511809477>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory : An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263-291. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Kapur, M. (2008). Productive Failure. *Cognition and Instruction*, 26(3), 379-424. <https://doi.org/10.1080/07370000802212669>
- Kapur, M., & Kinzer, C. K. (2009). Productive failure in CSCL groups. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(1), 21-46. <https://doi.org/10.1007/s11412-008-9059-z>
- Kay, A. C., Gaucher, D., Napier, J. L., Callan, M. J., & Laurin, K. (2008). God and the government : Testing a compensatory control mechanism for the support of external systems. *Journal of Personality and Social Psychology*, 95(1), 18-35. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.95.1.18>
- Keane, M. T., & Maguire, R. (2006). Surprise : Disconfirmed Expectations or Representation-Fit? *Proceedings of the Cognitive Science Society*, 28(28).
- Keng, S.-L., Robins, C. J., Smoski, M. J., Dagenbach, J., & Leary, M. R. (2013). Reappraisal and mindfulness : A comparison of subjective effects and cognitive costs. *Behaviour Research and Therapy*, 51(12), 899-904. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2013.10.006>

- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2003). Effect of Negative Emotional Content on Working Memory and Long-Term Memory. *Emotion*, 3, 378-393. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.3.4.378>
- Kim, H., Shimojo, S., & O'Doherty, J. P. (2006). Is Avoiding an Aversive Outcome Rewarding? Neural Substrates of Avoidance Learning in the Human Brain. *PLOS Biology*, 4(8), e233. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040233>
- Kool, W., & Botvinick, M. (2014). A labor/leisure tradeoff in cognitive control. *Journal of Experimental Psychology. General*, 143(1), 131-141. <https://doi.org/10.1037/a0031048>
- Kool, W., & Botvinick, M. (2018). Mental labour. *Nature Human Behaviour*, 2(12), 899-908. <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0401-9>
- Kool, W., McGuire, J. T., Rosen, Z. B., & Botvinick, M. M. (2010). Decision making and the avoidance of cognitive demand. *Journal of Experimental Psychology: General*, 139, 665-682. <https://doi.org/10.1037/a0020198>
- Koriat, A. (2000). The feeling of knowing : Some metatheoretical implications for consciousness and control. *Consciousness and Cognition*, 9(2 Pt 1), 149-171. <https://doi.org/10.1006/ccog.2000.0433>
- Kraft, L., Ebner, C., Leo, K., & Lindenberg, K. (2023). Emotion regulation strategies and symptoms of depression, anxiety, aggression, and addiction in children and adolescents : A meta-analysis and systematic review. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 30(4), 485-502. <https://doi.org/10.1037/cps0000156>
- Kunda, Z. (1990). The case for motivated reasoning. *Psychological Bulletin*, 108(3), 480-498. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.108.3.480>
- Kurzban, R. (2016). The sense of effort. *Current Opinion in Psychology*, 7, 67-70. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.08.003>

- Kuzinas, A., Noiret, N., Bianchi, R., & Laurent, É. (2016). The effects of image hue and semantic content on viewer's emotional self-reports, pupil size, eye movements, and skin conductance response. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, *10*(3), 360-371. <https://doi.org/10.1037/a0040274>
- Lazarus, R. S. (1991). Progress on a cognitive-motivational-relational theory of emotion. *American Psychologist*, *46*(8), 819-834. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.46.8.819>
- Lazarus, R. S., Averill, J. R., & Opton, E. M. (1970). Towards a Cognitive Theory of Emotion. In M. B. Arnold (Éd.), *Feelings and Emotions* (p. 207-232). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-063550-4.50023-1>
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, Appraisal, and Coping*. Springer Publishing Co Inc.
- Legare, C. H., Gelman, S. A., & Wellman, H. M. (2010). Inconsistency With Prior Knowledge Triggers Children's Causal Explanatory Reasoning. *Child Development*, *81*(3), 929-944.
- Lehman, B., D'Mello, S., Strain, A., Mills, C., Gross, M., Dobbins, A., Wallace, P., Millis, K., & Graesser, A. (2013). Inducing and tracking confusion with contradictions during complex learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *22*(1-2), 85-105.
- Lerner, J. S., Li, Y., Valdesolo, P., & Kassam, K. S. (2015). Emotion and Decision Making. *Annual Review of Psychology*, *66*(Volume 66, 2015), 799-823. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115043>
- Lerner, J. S., & Tetlock, P. E. (1999). Accounting for the effects of accountability. *Psychological Bulletin*, *125*(2), 255-275. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.2.255>

- Lindström, B. R., Mattsson-Mårn, I. B., Golkar, A., & Olsson, A. (2013). In Your Face : Risk of Punishment Enhances Cognitive Control and Error-Related Activity in the Corrugator Supercilii Muscle. *PLOS ONE*, 8(6), e65692. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065692>
- Litman, J. (2005). Curiosity and the pleasures of learning : Wanting and liking new information. *Cognition and Emotion*, 19(6), 793-814. <https://doi.org/10.1080/02699930541000101>
- Litman, J. A. (2010). Relationships between measures of I- and D-type curiosity, ambiguity tolerance, and need for closure : An initial test of the wanting-liking model of information-seeking. *Personality and Individual Differences*, 48(4), 397-402. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.11.005>
- Litman, J. A. (2012). Epistemic Curiosity. In N. M. Seel (Éd.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (p. 1162-1165). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6\\_1645](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1645)
- Lodge, J. M., Kennedy, G., Lockyer, L., Arguel, A., & Pachman, M. (2018). Understanding Difficulties and Resulting Confusion in Learning : An Integrative Review. *Frontiers in Education*, 3. <https://doi.org/10.3389/educ.2018.00049>
- Loewenstein, G. F. (1994). The Psychology of Curiosity : A Review and Reinterpretation. *Psychological Bulletin*, 116, 75-98. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.116.1.75>
- Loewenstein, G., & Lerner, J. S. (2003). The role of affect in decision making. In *Handbook of affective sciences* (p. 619-642). Oxford University Press.
- Lynch, T. R., & Mizon, G. A. (2011). Distress overtolerance and distress intolerance : A behavioral perspective. In M. J. Zvolensky, A. Bernstein, & A. A. Vujanovic (Éds.), *Distress tolerance : Theory, research, and clinical applications* (p. 52-79). The Guilford Press.

- Maciejovsky, B., & Budescu, D. V. (2007). Collective induction without cooperation? Learning and knowledge transfer in cooperative groups and competitive auctions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(5), 854-870. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.5.854>
- MacKuen, M., Wolak, J., Keele, L., & Marcus, G. (2010). Civic Engagements : Resolute Partisanship or Reflective Deliberation. *American Journal of Political Science*, 54, 440-458. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5907.2010.00440.x>
- Mathews, A. (1990). Why worry? The cognitive function of anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, 28(6), 455-468. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(90\)90132-3](https://doi.org/10.1016/0005-7967(90)90132-3)
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame : An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, 44(2), 314-324. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0168-7>
- McGrath, A. (2017). Dealing with dissonance : A review of cognitive dissonance reduction. *Social and Personality Psychology Compass*, 11(12), e12362. <https://doi.org/10.1111/spc3.12362>
- McGregor, I., Nash, K., Mann, N., & Phillips, C. E. (2010). Anxious uncertainty and reactive approach motivation (RAM). *Journal of Personality and Social Psychology*, 99(1), 133-147. <https://doi.org/10.1037/a0019701>
- Mendes, W. B., Blascovich, J., Hunter, S. B., Lickel, B., & Jost, J. T. (2007). Threatened by the unexpected : Physiological responses during social interactions with expectancy-violating partners. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(4), 698-716. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.4.698>
- Mercier, H. (2016). The Argumentative Theory : Predictions and Empirical Evidence. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(9), 689-700. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.07.001>

- Mercier, H., & Claidière, N. (2021). Does discussion make crowds any wiser? *Cognition*, 104912. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104912>
- Mercier, H., Deguchi, M., Van der Henst, J.-B., & Yama, H. (2016). The benefits of argumentation are cross-culturally robust : The case of Japan. *Thinking & Reasoning*, 22(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/13546783.2014.1002534>
- Mercier, H., & Sperber, D. (2011). Why do humans reason? Arguments for an argumentative theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 34(2), 57-74. <https://doi.org/10.1017/S0140525X10000968>
- Metin, I., & Camgoz, S. M. (2011). The Advances in the History of Cognitive Dissonance Theory. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(6).
- Meyer, W.-U., Niepel, M., Rudolph, U., & Schützwohl, A. (1991). An experimental analysis of surprise. *Cognition and Emotion*, 5(4), 295-311. <https://doi.org/10.1080/02699939108411042>
- Meyer, W.-U., Reisenzein, R., & Schützwohl, A. (1997). Toward a Process Analysis of Emotions : The Case of Surprise. *Motivation and Emotion*, 21(3), 251-274. <https://doi.org/10.1023/A:1024422330338>
- Meyer-Grant, C. G., Cruz, N., Singmann, H., Winiger, S., Goswami, S., Hayes, B. K., & Klauer, K. C. (2023). Are logical intuitions only make-believe? Reexamining the logic-liking effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 49(8), 1280-1305. <https://doi.org/10.1037/xlm0001152>
- Miceli, M., & Castelfranchi, C. (2005). Anxiety as an epistemic emotion : An uncertainty theory of anxiety. *Anxiety, stress, and coping*, 18(4), 291-319.
- Moors, A., Boddez, Y., & De Houwer, J. (2017). The Power of Goal-Directed Processes in the Causation of Emotional and Other Actions. *Emotion Review*, 9(4), 310-318. <https://doi.org/10.1177/1754073916669595>

- Moors, A., Ellsworth, P. C., Scherer, K. R., & Frijda, N. H. (2013). Appraisal Theories of Emotion: State of the Art and Future Development. *Emotion Review*, 5(2), 119-124. <https://doi.org/10.1177/1754073912468165>
- Moors, A., & Fischer, M. (2019). Demystifying the role of emotion in behaviour: Toward a goal-directed account. *Cognition and Emotion*, 33(1), 94-100. <https://doi.org/10.1080/02699931.2018.1510381>
- Moran, T. P. (2016). Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological Bulletin*, 142(8), 831-864. <https://doi.org/10.1037/bul0000051>
- Morris, A. L., Cleary, A. M., & Still, M. L. (2008). The role of autonomic arousal in feelings of familiarity. *Consciousness and Cognition: An International Journal*, 17, 1378-1385. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2008.04.005>
- Morsanyi, K., & Handley, S. J. (2012). Logic feels so good—I like it! Evidence for intuitive detection of logicity in syllogistic reasoning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(3), 596-616. <https://doi.org/10.1037/a0026099>
- Morton, A. (2009). Epistemic Emotions. In P. Goldie (Éd.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Emotion* (p. 385-399). Oxford University Press. <https://philarchive.org/rec/MO-REE-7>
- Moshman, D., & Geil, M. (1998). Collaborative reasoning: Evidence for collective rationality. *Thinking & Reasoning*, 4(3), 231-248. <https://doi.org/10.1080/135467898394148>
- Moyal, A. (2010). *Platypus: The extraordinary story of how a curious creature baffled the world*. Allen & Unwin.
- Muis, K. R., Chevrier, M., Denton, C. A., & Losenno, K. M. (2021). Epistemic Emotions and Epistemic Cognition Predict Critical Thinking About Socio-Scientific Issues. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.669908>

- Muis, K. R., Psaradellis, C., Lajoie, S. P., Di Leo, I., & Chevrier, M. (2015). The role of epistemic emotions in mathematics problem solving. *Contemporary Educational Psychology*, *42*, 172-185. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.06.003>
- Nerantzaki, K., Efklides, A., & Metallidou, P. (2021). Epistemic emotions: Cognitive underpinnings and relations with metacognitive feelings. *New Ideas in Psychology*, *63*, 100904. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2021.100904>
- Newstead, S. E., Handley, S. J., Harley, C., Wright, H., & Farrelly, D. (2004). Individual Differences in Deductive Reasoning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *57*(1), 33-60. <https://doi.org/10.1080/02724980343000116>
- Newstead, S. E., Pollard, P., Evans, J. St. B. T., & Allen, J. L. (1992). The source of belief bias effects in syllogistic reasoning. *Cognition*, *45*(3), 257-284. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90019-e](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90019-e)
- Nickerson, R. S. (1998). Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises. *Review of General Psychology*, *2*(2), 175-220. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.2.175>
- Noordewier, M. K., & Breugelmans, S. M. (2013). On the valence of surprise. *Cognition and Emotion*, *27*(7), 1326-1334. <https://doi.org/10.1080/02699931.2013.777660>
- Noordewier, M. K., Topolinski, S., & Van Dijk, E. (2016). The Temporal Dynamics of Surprise. *Social and Personality Psychology Compass*, *10*(3), 136-149. <https://doi.org/10.1111/spc3.12242>
- Oberauer, K., Süß, H.-M., Wilhelm, O., & Sander, N. (2007). Individual differences in working memory capacity and reasoning ability. In *Variation in working memory* (p. 49-75). Oxford University Press.
- Ochsner, K. N., Bunge, S. A., Gross, J. J., & Gabrieli, J. D. E. (2002). Rethinking Feelings: An fMRI Study of the Cognitive Regulation of Emotion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*(8), 1215-1229. <https://doi.org/10.1162/089892902760807212>

- Ortner, C. N. M., Ste Marie, M., & Corno, D. (2016). Cognitive Costs of Reappraisal Depend on Both Emotional Stimulus Intensity and Individual Differences in Habitual Reappraisal. *PloS One*, *11*(12), e0167253. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167253>
- Osgood, C. E., & Tannenbaum, P. H. (1955). The principle of congruity in the prediction of attitude change. *Psychological Review*, *62*(1), 42-55. <https://doi.org/10.1037/h0048153>
- Park, C. L. (2010). Making sense of the meaning literature : An integrative review of meaning making and its effects on adjustment to stressful life events. *Psychological Bulletin*, *136*(2), 257-301. <https://doi.org/10.1037/a0018301>
- Parkinson, B., & Manstead, A. S. R. (1992). Appraisal as a cause of emotion. In *Emotion* (p. 122-149). Sage Publications, Inc.
- Peirce, C. S. (1877). The fixation of belief. *Popular Science Monthly*, *12*, 1-15.
- Pekrun, R., & Stephens, E. J. (2012). Academic emotions. In *APA educational psychology handbook, Vol 2 : Individual differences and cultural and contextual factors* (p. 3-31). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13274-001>
- Pennycook, G., Fugelsang, J. A., & Koehler, D. J. (2015). What makes us think? A three-stage dual-process model of analytic engagement. *Cognitive Psychology*, *80*, 34-72. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2015.05.001>
- Perkins, D. N. (1995). *Outsmarting IQ : The emerging science of learnable intelligence*. Free Press.
- Pezzo, M. (2003). Surprise, defence, or making sense : What removes hindsight bias? *Memory*, *11*(4-5), 421-441. <https://doi.org/10.1080/09658210244000603>
- Piaget, J. (1975). Position des problèmes. In *L'équilibration des structures cognitives : Problème central du développement*. PUF.
- Pope, L. K., & Smith, C. A. (1994). On the distinct meanings of smiles and frowns. *Cognition & Emotion*, *8*(1), 65-72. <https://doi.org/10.1080/02699939408408929>

- Prado, J., & Noveck, I. A. (2007). Overcoming perceptual features in logical reasoning: A parametric functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*(4), 642-657. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.4.642>
- Proulx, T., & Inzlicht, M. (2012). The Five “A”s of Meaning Maintenance : Finding Meaning in the Theories of Sense-Making. *Psychological Inquiry*, *23*(4), 317-335. <https://doi.org/10.1080/1047840X.2012.702372>
- Proulx, T., Inzlicht, M., & Harmon-Jones, E. (2012). Understanding all inconsistency compensation as a palliative response to violated expectations. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(5), 285-291. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.04.002>
- Purcell, Z. A., Roberts, A. J., Handley, S. J., & Howarth, S. (2023). Eye Movements, Pupil Dilation, and Conflict Detection in Reasoning : Exploring the Evidence for Intuitive Logic. *Cognitive Science*, *47*(6), e13293. <https://doi.org/10.1111/cogs.13293>
- Purcell, Z. A., Wastell, C. A., & Sweller, N. (2020). Domain-specific experience and dual-process thinking. *Thinking & Reasoning*, *27*(2), 239-267. <https://doi.org/10.1080/13546783.2020.1793813>
- Rainville, P. (2002). Brain mechanisms of pain affect and pain modulation. *Current Opinion in Neurobiology*, *12*(2), 195-204. [https://doi.org/10.1016/s0959-4388\(02\)00313-6](https://doi.org/10.1016/s0959-4388(02)00313-6)
- Raoelison, M., Thompson, V. A., & De Neys, W. (2020). The smart intuitor : Cognitive capacity predicts intuitive rather than deliberate thinking. *Cognition*, *204*, 104381. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104381>
- Reisenzein, R. (2001). Appraisal processes conceptualized from a schema-theoretic perspective : Contributions to a process analysis of emotions. In *Appraisal processes in emotion : Theory, methods, research* (p. 187-201). Oxford University Press.

- Roets, A., & Van Hiel, A. (2011). Item selection and validation of a brief, 15-item version of the Need for Closure Scale. *Personality and Individual Differences*, *50*(1), 90-94. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.09.004>
- Roseman, I. J. (1984). Cognitive determinants of emotion : A structural theory. *Review of Personality & Social Psychology*, *5*, 11-36.
- Roseman, I. J. (1991). Appraisal determinants of discrete emotions. *Cognition and Emotion*, *5*(3), 161-200. <https://doi.org/10.1080/02699939108411034>
- Rozin, P., & Cohen, A. B. (2003). High frequency of facial expressions corresponding to confusion, concentration, and worry in an analysis of naturally occurring facial expressions of Americans. *Emotion*, *3*(1), 68-75. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.3.1.68>
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, *39*, 1161-1178. <https://doi.org/10.1037/h0077714>
- Sá, W. C., West, R. F., & Stanovich, K. E. (1999). The domain specificity and generality of belief bias : Searching for a generalizable critical thinking skill. *Journal of Educational Psychology*, *91*(3), 497-510. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.3.497>
- Scherer, K. R. (2001). Appraisal considered as a process of multilevel sequential checking. In *Appraisal processes in emotion : Theory, methods, research* (p. 92-120). Oxford University Press.
- Scherer, K. R., & Ellgring, H. (2007). Are facial expressions of emotion produced by categorical affect programs or dynamically driven by appraisal? *Emotion (Washington, D.C.)*, *7*(1), 113-130. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.1.113>
- Scherer, K. R., & Moors, A. (2019). The Emotion Process : Event Appraisal and Component Differentiation. *Annual Review of Psychology*, *70*(1), 719-745. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011854>

- Schmeichel, B. J., Volokhov, R. N., & Demaree, H. A. (2008). Working memory capacity and the self-regulation of emotional expression and experience. *Journal of Personality and Social Psychology, 95*, 1526-1540. <https://doi.org/10.1037/a0013345>
- Schubert, A.-L., Ferreira, M. B., Mata, A., & Riemenschneider, B. (2021). A diffusion model analysis of belief bias : Different cognitive mechanisms explain how cognitive abilities and thinking styles contribute to conflict resolution in reasoning. *Cognition, 211*, 104629. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104629>
- Schulz-Hardt, S., Brodbeck, F. C., Mojzisch, A., Kerschreiter, R., & Frey, D. (2006). Group decision making in hidden profile situations : Dissent as a facilitator for decision quality. *Journal of Personality and Social Psychology, 91*(6), 1080-1093. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.91.6.1080>
- Schwarz, N. (2002). Situated cognition and the wisdom in feelings : Cognitive tuning. In *The wisdom in feeling : Psychological processes in emotional intelligence* (p. 144-166). The Guilford Press.
- Shackman, A. J., Salomons, T. V., Slagter, H. A., Fox, A. S., Winter, J. J., & Davidson, R. J. (2011). The Integration of Negative Affect, Pain, and Cognitive Control in the Cingulate Cortex. *Nature reviews. Neuroscience, 12*(3), 154-167. <https://doi.org/10.1038/nrn2994>
- Shenhav, A., Musslick, S., Lieder, F., Kool, W., Griffiths, T. L., Cohen, J. D., & Botvinick, M. M. (2017). Toward a Rational and Mechanistic Account of Mental Effort. *Annual Review of Neuroscience, 40*, 99-124. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-072116-031526>
- Siegler, R., & Jenkins, E. A. (2014). *How Children Discover New Strategies*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315807744>

- Silvia, P. J., Henson, R. A., & Templin, J. L. (2009). Are the sources of interest the same for everyone? Using multilevel mixture models to explore individual differences in appraisal structures. *Cognition and Emotion*, 23(7), 1389-1406. <https://doi.org/10.1080/02699930902850528>
- Simons, J. S., & Gaher, R. M. (2005). The Distress Tolerance Scale : Development and validation of a self-report measure. *Motivation and Emotion*, 29(2), 83-102. <https://doi.org/10.1007/s11031-005-7955-3>
- Sloman, S. A. (1996). The empirical case for two systems of reasoning. *Psychological Bulletin*, 119(1), 3-22. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.119.1.3>
- Smith, C. A. (1989). Dimensions of appraisal and physiological response in emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56, 339-353. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.56.3.339>
- Smith, C. A., & Ellsworth, P. C. (1985). Patterns of cognitive appraisal in emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(4), 813-838. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.48.4.813>
- Smith, C. A., & Lazarus, R. S. (1990). Emotion and adaptation. In *Handbook of personality : Theory and research* (p. 609-637). The Guilford Press.
- Spielberger, C. D. (1966). *Anxiety and behavior*. Academic Press.
- Šrol, J., & De Neys, W. (2021). Predicting individual differences in conflict detection and bias susceptibility during reasoning. *Thinking & Reasoning*, 27(1), 38-68. <https://doi.org/10.1080/13546783.2019.1708793>
- Stanovich, K. E. (1999). *Who Is Rational? : Studies of Individual Differences in Reasoning*. Psychology Press.

- Stanovich, K. E. (2004). *The robot's rebellion : Finding meaning in the age of Darwin* (p. xvi, 358). The University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226771199.001.0001>
- Stanovich, K. E. (2009). *What Intelligence Tests Miss : The Psychology of Rational Thought* (1er édition). Yale University Press.
- Stanovich, K. E. (2011). *Rationality and the reflective mind*. Oxford University Press.
- Stanovich, K. E. (2018). Miserliness in human cognition : The interaction of detection, override and mindware. *Thinking & Reasoning*, 24(4), 423-444. <https://doi.org/10.1080/13546783.2018.1459314>
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (1998). Individual differences in rational thought. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127(2), 161-188. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.127.2.161>
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning : Implications for the rationality debate? *Behavioral and Brain Sciences*, 23(5), 645-665. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00003435>
- Stanovich, K. E., West, R. F., & Toplak, M. E. (2011). The complexity of developmental predictions from dual process models. *Developmental Review*, 31(2), 103-118. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2011.07.003>
- Stepper, S., & Strack, F. (1993). Proprioceptive determinants of emotional and nonemotional feelings. *Journal of personality and social psychology*, 64(2), 211-220.
- Stevens, F. L., Hurley, R. A., & Taber, K. H. (2011). Anterior Cingulate Cortex : Unique Role in Cognition and Emotion. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 23(2), 121-125. <https://doi.org/10.1176/jnp.23.2.jnp121>

- Strack, F., & Deutsch, R. (2004). Reflective and Impulsive Determinants of Social Behavior. *Personality and Social Psychology Review*, 8(3), 220-247. [https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0803\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0803_1)
- Stroup, W. W., Ptukhina, M., & Garai, J. (2024). *Generalized Linear Mixed Models : Modern Concepts, Methods and Applications* (2<sup>e</sup> éd.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9780429092060>
- Teigen, K. H., & Keren, G. (2003). Surprises : Low probabilities or high contrasts? *Cognition*, 87, 55-71. [https://doi.org/10.1016/s0010-0277\(02\)00201-9](https://doi.org/10.1016/s0010-0277(02)00201-9)
- Thompson, V. A. (2009). Dual-process theories : A metacognitive perspective. In J. St. B. T. Evans & K. Frankish (Éds.), *In two minds : Dual processes and beyond* (p. 171-196). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199230167.003.0008>
- Thompson, V. A., Evans, J. S. B. T., & Campbell, J. I. D. (2013). Matching Bias on the Selection Task : It's Fast and Feels Good. *Thinking and Reasoning*, 19(3-4), 431-452. <https://doi.org/10.1080/13546783.2013.820220>
- Thompson, V. A., & Johnson, S. (2014). Conflict, metacognition, and analytic thinking. *Thinking & Reasoning*, 20, 215-244. <https://doi.org/10.1080/13546783.2013.869763>
- Thompson, V. A., & Morsanyi, K. (2012). Analytic thinking : Do you feel like it? *Mind & Society*, 11(1), 93-105. <https://doi.org/10.1007/s11299-012-0100-6>
- Thompson, V. A., Pennycook, G., Trippas, D., & Evans, J. St. B. T. (2018). Do smart people have better intuitions? *Journal of Experimental Psychology: General*, 147(7), 945-961. <https://doi.org/10.1037/xge0000457>
- Thompson, V. A., Prowse Turner, J. A., & Pennycook, G. (2011). Intuition, reason, and meta-cognition. *Cognitive Psychology*, 63(3), 107-140. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2011.06.001>

- Thompson, V. A., Turner, J. A. P., Pennycook, G., Ball, L. J., Brack, H., Ophir, Y., & Ackerman, R. (2013). The role of answer fluency and perceptual fluency as metacognitive cues for initiating analytic thinking. *Cognition*, *128*(2), 237-251. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.09.012>
- Thorisdottir, H., Jost, J. T., & Kay, A. C. (2009). On the social and psychological bases of ideology and system justification. In *Social and psychological bases of ideology and system justification* (p. 3-23). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195320916.003.001>
- Tolomeo, S., Christmas, D., Jentsch, I., Johnston, B., Sprengelmeyer, R., Matthews, K., & Douglas Steele, J. (2016). A causal role for the anterior mid-cingulate cortex in negative affect and cognitive control. *Brain*, *139*(6), 1844-1854. <https://doi.org/10.1093/brain/aww069>
- Topolinski, S., Likowski, K. U., Weyers, P., & Strack, F. (2009). The face of fluency : Semantic coherence automatically elicits a specific pattern of facial muscle reactions. *Cognition and Emotion*, *23*(2), 260-271. <https://doi.org/10.1080/02699930801994112>
- Topolinski, S., & Strack, F. (2015). Corrugator activity confirms immediate negative affect in surprise. *Frontiers in Psychology*, *6*. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2015.00134>
- Tourangeau, R., & Ellsworth, P. C. (1979). The role of facial response in the experience of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, *37*(9), 1519-1531. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.37.9.1519>
- Touroutoglou, A., & Efklides, A. (2010). Cognitive Interruption as an Object of Metacognitive Monitoring : Feeling of Difficulty and Surprise. In A. Efklides & P. Misailidi (Éds.), *Trends and Prospects in Metacognition Research* (p. 171-208). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6546-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6546-2_9)

- Trippas, D., Handley, S. J., Verde, M. F., & Morsanyi, K. (2016). Logic brightens my day : Evidence for implicit sensitivity to logical validity. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 42(9), 1448-1457. <https://doi.org/10.1037/xlm0000248>
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1973). Availability : A heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive Psychology*, 5(2), 207-232. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90033-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(73)90033-9)
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty : Heuristics and Biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131. <https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1986). Rational Choice and the Framing of Decisions. *The Journal of Business*, 59(4), S251-S278. JSTOR.
- Vadeboncoeur, I., & Markovits, H. (1999). The effect of instructions and information retrieval on accepting the premises in a conditional reasoning task. *Thinking & Reasoning*, 5(2), 97-113. <https://doi.org/10.1080/135467899394011>
- Valentino, N. A., Hutchings, V. L., Banks, A. J., & Davis, A. K. (2008). Is a Worried Citizen a Good Citizen? Emotions, Political Information Seeking, and Learning via the Internet. *Political Psychology*, 29(2), 247-273.
- Valenzuela, A., Mellers, B., & Strebel, J. (2010). Pleasurable Surprises : A Cross-Cultural Study of Consumer Responses to Unexpected Incentives. *Journal of Consumer Research*, 36(5), 792-805. <https://doi.org/10.1086/605592>
- van den Bos, K. (2001). Uncertainty management : The influence of uncertainty salience on reactions to perceived procedural fairness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(6), 931-941. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.80.6.931>

- Van Steenbergen, H., & Band, G. (2013). Pupil dilation in the Simon task as a marker of conflict processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2013.00215>
- VanLehn, K. (1987). Learning one subprocedure per lesson. *Artificial Intelligence*, 31(1), 1-40. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(87\)90080-4](https://doi.org/10.1016/0004-3702(87)90080-4)
- VanLehn, K. (1990). *Mind bugs : The origins of procedural misconceptions* (p. viii, 253). The MIT Press.
- VanLehn, K., Siler, S., Murray, C., Yamauchi, T., & Baggett, W. B. (2003). Why Do Only Some Events Cause Learning During Human Tutoring? *Cognition and Instruction*, 21(3), 209-249. [https://doi.org/10.1207/S1532690XCI2103\\_01](https://doi.org/10.1207/S1532690XCI2103_01)
- van Lieshout, L. L. F., de Lange, F. P., & Cools, R. (2021). Uncertainty increases curiosity, but decreases happiness. *Scientific Reports*, 11(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93464-6>
- Vazard, J. (2021). (Un)reasonable doubt as affective experience : Obsessive–compulsive disorder, epistemic anxiety and the feeling of uncertainty. *Synthese*, 198(7), 6917-6934. <https://doi.org/10.1007/s11229-019-02497-y>
- Vazard, J. (2022). Everyday anxious doubt. *Synthese*, 200(3), 224. <https://doi.org/10.1007/s11229-022-03711-0>
- Vilhunen, E., Turkkila, M., Lavonen, J., Salmela-Aro, K., & Juuti, K. (2022). Clarifying the Relation Between Epistemic Emotions and Learning by Using Experience Sampling Method and Pre-posttest Design. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/fe-duc.2022.826852>

- Vogl, E., Pekrun, R., Murayama, K., Loderer, K., & Schubert, S. (2019). Surprise, Curiosity, and Confusion Promote Knowledge Exploration : Evidence for Robust Effects of Epistemic Emotions. *Frontiers in Psychology, 10*. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2019.02474>
- Wagener, A., & Blairy, S. (2015). Version française de la Distress Tolerance Scale et de la Discomfort Intolerance Scale. [French versions of the Distress Tolerance Scale and the Discomfort Intolerance Scale.]. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement, 47*(3), 241-250. <https://doi.org/10.1037/cbs0000015>
- Wason, P. C. (1960). On the Failure to Eliminate Hypotheses in a Conceptual Task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 12*(3), 129-140. <https://doi.org/10.1080/17470216008416717>
- Wason, P. C. (1968). Reasoning about a Rule. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 20*(3), 273-281. <https://doi.org/10.1080/14640746808400161>
- Wason, P. C., & Evans, J. ST. B. T. (1974). Dual processes in reasoning? *Cognition, 3*(2), 141-154. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(74\)90017-1](https://doi.org/10.1016/0010-0277(74)90017-1)
- Webb, T. L., Miles, E., & Sheeran, P. (2012). Dealing with feeling : A meta-analysis of the effectiveness of strategies derived from the process model of emotion regulation. *Psychological Bulletin, 138*(4), 775-808. <https://doi.org/10.1037/a0027600>
- Webster, D. M., & Kruglanski, A. W. (1994). Individual differences in need for cognitive closure. *Journal of Personality and Social Psychology, 67*(6), 1049-1062. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.6.1049>
- Winkielman, P., & Cacioppo, J. T. (2001). Mind at ease puts a smile on the face : Psychophysiological evidence that processing facilitation elicits positive affect. *Journal of personality and social psychology, 81*(6), 989-1000.

- Wolgast, M., Lundh, L.-G., & Viborg, G. (2011). Cognitive reappraisal and acceptance : An experimental comparison of two emotion regulation strategies. *Behaviour Research and Therapy, 49*(12), 858-866. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2011.09.011>
- Yeager, D. S., & Dweck, C. S. (2012). Mindsets that promote resilience : When students believe that personal characteristics can be developed. *Educational Psychologist, 47*(4), 302-314. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.722805>
- Zander, T., Fernandez Cruz, A. L., Winkelmann, M. P., & Volz, K. G. (2017). Scrutinizing the emotional nature of intuitive coherence judgments. *Journal of Behavioral Decision Making, 30*(3), 693-707. <https://doi.org/10.1002/bdm.1982>
- Zerna, J., Scheffel, C., Kührt, C., & Strobel, A. (2023). Need for Cognition is associated with a preference for higher task load in effort discounting. *Scientific Reports, 13*(1), 19501. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44349-3>
- Zhang, J., Kalinowski, J., Saltuklaroglu, T., & Hudock, D. (2010). Stuttered and fluent speakers' heart rate and skin conductance in response to fluent and stuttered speech. *International Journal of Language & Communication Disorders, 45*(6), 670-680. <https://doi.org/10.3109/13682820903391385>
- Zizak, D. M., & Reber, A. S. (2004). Implicit preferences : The role(s) of familiarity in the structural mere exposure effect. *Consciousness and Cognition: An International Journal, 13*, 336-362. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2003.12.003>
- Zsido, A. N., Teleki, S. A., Csokasi, K., Rozsa, S., & Bandi, S. A. (2020). Development of the short version of the spielberger state—Trait anxiety inventory. *Psychiatry Research, 291*, 113223. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113223>

## Annexes

**Annexe 1:** Cortial, C., Prado, J., & Caparos, S. (2025a). Reconceptualizing Metacognitive Experience in Dual-Process Reasoning : The Role of Emotion in Triggering Deliberation. *Cognitive Science*, 49(7), e70084. <https://doi.org/10.1111/cogs.70084>

**Annexe 2:** Cortial, C., Prado, J. and Caparos, S. (*in review*), Does reasoning hurt? The role of negative emotions in triggering deliberative reasoning. *Review of Philosophy and Psychology*

**Annexe 3:** Cortial, C., Prado, J., & Caparos, S. (2025b). Reasoning does hurt : Deliberation is associated with heightened levels of doubt. *Thinking & Reasoning*, 0, 1-33. <https://doi.org/10.1080/13546783.2025.2531067>

**Annexe 4:** Cortial, C., Prado, J., & Caparos, S. (*in review*). The impact of frowning and doubt on deductive reasoning. *Motivation and Emotion*.

**Annexe 5:** Cortial, C., Prado, J., & Caparos, S. (*in review*). The emotional gatekeeper of reasoning : How tolerance to negative emotions moderates the relationship between doubt and deliberative thinking. *Cognition and Emotion*.

## **Annexe 1**

### **Reconceptualizing Metacognitive Experience in Dual-Process Reasoning: The Role of Emotion in Triggering Deliberation**

Cédric Cortial<sup>1,2</sup>, Jérôme Prado<sup>3</sup>, Serge Caparos<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>University Paris 8, DysCo, Saint-Denis, France.

<sup>2</sup>University Clermont-Auvergne, LAPSCO, Clermont-Ferrand, France.

<sup>3</sup>Lyon Neuroscience Research Center (CRNL), INSERM U1028 - CNRS UMR5292,  
University of Lyon, Lyon, France.

<sup>4</sup>Institut Universitaire de France, Paris, France

#### **Author Note**

Cédric Cortial <https://orcid.org/0000-0002-8866-5183>

Jérôme Prado <https://orcid.org/0000-0003-3548-5610>

Serge Caparos <https://orcid.org/0000-0001-6922-4449>

**PUBLISHED IN *COGNITIVE SCIENCE***

<https://doi.org/10.1111/cogs.70084>

There is a long-standing distinction in psychology between intuitive and deliberative reasoning. While intuition is fast and effortless, deliberation is slow and mentally costly (Epstein, 1994; J. St. B. T. Evans, 2006; James, 1890a; Kahneman, 2003a; Sloman, 1996; Stanovich & West, 2000). Nonetheless, a central challenge for current theories of reasoning is explaining what triggers deliberation (De Neys, 2022; De Neys & Glumicic, 2008; Pennycook et al., 2015; Thompson et al., 2011). Indeed, deliberative reasoning demands significant mental resources (J. St. B. T. Evans & Stanovich, 2013), which is particularly unpleasant (David et al., 2024). Therefore, it is unclear why our cognitive system would appeal to costly deliberation at all to solve a problematic situation, rather than settling for the first intuition that comes to mind (even for a suboptimal intuition).

Recent models suggest that deliberative reasoning is activated when intuitive reasoning has failed or produced weak intuitions (J. St. B. T. Evans & Stanovich, 2013; Kahneman, 2011). An intuition can be considered weak or failing if it takes too long to emerge (Ackerman & Thompson, 2017; Thompson, Evans, et al., 2013). Alternatively, multiple inconsistent intuitions may emerge simultaneously and compete for the response, a phenomenon described as cognitive conflict (De Neys et al., 2010a; De Neys, 2012b, 2014; De Neys & Pennycook, 2019). Whether intuitive reasoning has produced no intuition, a weak intuition, or a cognitive conflict, it does not provide a direct and assertive response to a problem.

Current models propose that a metacognitive process assesses the quality of intuitions. When they are deemed unsatisfactory, deliberative reasoning is activated (De Neys, 2022; Pennycook et al., 2015; Thompson et al., 2011). For instance, a "Feeling of Rightness" (FOR) would result from an evaluation of our confidence in our intuitive answer (Thompson et al., 2011). Fluent intuitions would generate a strong FOR (Thompson, Evans, et al., 2013; Thompson et al., 2018; Thompson & Johnson, 2014), such that deliberation would be unnecessary. Other terminologies have been used, including *Feeling of Error/Wrongness* (Ackerman & Thompson, 2017; Fernandez Cruz et al., 2016; Gangemi et al., 2015) or *Response Uncertainty* (De Neys, 2022).

However, the nature of the metacognitive process remains conceptually imprecise. On the one hand, models appear to instantiate a process that is primarily cognitive in nature (i.e., a quantitative quality check). On the other hand, the terms used also imply that metacognitive judgement is something

that individuals experience. However, they all fall short of considering the possible emotional nature of such assessment.

In fact, several studies have shown that reasoning tasks are often accompanied by affective reactions (De Neys et al., 2010; Morsanyi & Handley, 2012; Purcell et al., 2023; Thompson & Morsanyi, 2012; Trippas et al., 2016). This growing body of evidence invites us to consider that such reactions go beyond a metacognitive feeling—as understood in Frijda’s (1986) minimal sense, involving subjective experience and valence—and may instead reflect a full emotional response, including characteristics such as action tendencies and behavioral expressions (Berger et al., 2020).

According to the Appraisal Theory of Emotion, an emotion arises from the assessment of the congruence between the goals and the environment of individuals (Moors et al., 2013; Scherer & Moors, 2019). A stimulus in the external or internal environment is assessed through appraisals of novelty, valence, agency, coping potential, uncertainty and control, and elicits physiological and action tendencies.

In the context of reasoning, this framework suggests that weak intuitions may be appraised as a threat because people prefer predictability over uncertainty (Gawronski & Strack, 2012; Mendes et al., 2007; Proulx et al., 2012), fluency is assessed as positive (Ackerman & Thompson, 2017; Efklides, 2008; Morsanyi & Handley, 2012; Thompson, 2009; Thompson et al., 2011; Thompson & Morsanyi, 2012; Touroutoglou & Efklides, 2010) and disfluency or discontinuity are assessed as harmful (Dreisbach & Fischer, 2012, 2015; Proulx et al., 2012; Hajcak, 2012; Hajcak & Foti, 2008; Topolinski et al., 2009).

The appraisal of discontinuity thus generates a negative emotion that motivates the trigger of deliberation. Accordingly, numerous studies have shown that emotions close to doubt, like confusion (Craig et al., 2004; D’Mello & Graesser, 2014; VanLehn et al., 2003; Vogl et al., 2019) or state anxiety (e.g. Ashcraft & Kirk, 2001; Blanchette & Caparos, 2016; Channon & Baker, 1994; Darke, 1988; Derakshan & Eysenck, 1998; Kensinger & Corkin, 2003; Moran, 2016) promote deep analytical reasoning.

A number of findings suggest that deliberation leads to a reduction in negative emotion. First, working memory, which is central to reasoning (De Neys et al., 2008), has been related both to negative

affect reduction (Hendricks & Buchanan, 2016) and to enhanced emotional control (Schmeichel et al., 2008). Strategies of emotional regulation also include cognitive changes (e.g., reappraisal; Goldin et al., 2008; Gross, 1998), problem-solving (Haley, 1992; Kraft et al., 2023), involve altering the meaning or relevance of an event through deliberative thinking, and are particularly effective at modifying anxiety-provoking situations (Gross & Thompson, 2007).

We note that emotions often understood as positive, such as surprise or curiosity, motivate deliberation. However, recent theories propose that they are linked to a lack of knowledge accompanied by a (negative) sensation of deprivation, which is small enough that it can be overcome by projecting the pleasure experienced by fulfilling the lack of knowledge (van Lieshout et al., 2021). In addition, while some personality traits such as high Need For Cognition or growth mindset might suggest that deliberation is inherently pleasurable for some individuals, cognitive effort is experienced as aversive even among these individuals (Kurzban, 2016; Kool & Botvinick, 2014, 2018; Shenhav et al., 2017), but they present a motivational capacity allowing them to reinterpret discomfort as a meaningful signal of potential value, triggering engagement and persistence despite the cost (Yeager & Dweck, 2012; Gheza et al., 2023; van Lieshout et al., 2021 ; Zerna et al., 2023)

Furthermore, we argue that metacognitive process is not enough to explain the trigger of deliberation. In fact, FOR is thought to arise from cues, some of which are affective. For example, a fluent intuition may produce positive affect, which then informs that the intuitive response is right (Thompson et al., 2011; Thompson & Morsanyi, 2012). In this light, FOR is posterior to the appraisal of fluency and the affective reaction that follows. The experience of fluency itself is appraised as goal-congruent, thereby eliciting a positive affective signal, which is then used to build FORs. From this perspective, metacognitive models may be uneconomical in their capacity to explain why deliberation is triggered as the elicited emotion already exists. Moreover, situational modifications—such as instructing participants to reflect—can effectively promote the use of deliberation (Daniel & Klaczynski, 2006; Evans et al., 1994; Evans et al., 2010; Newstead et al., 1992; Vadeboncoeur & Markovits, 1999). In these cases, what has been altered is the situation itself. The resulting shift in cognitive strategy may stem from a change in the evaluation of the situation by the reasoner, and cannot be solely explained by metacognitive evaluations.

In sum, we propose that the trigger of deliberative reasoning is an affective process grounded in appraisal mechanisms. When individuals encounter a situation that is appraised as incongruent with their goals, a negatively valenced emotion is generated, which we identify as doubt (Dewey, 1910; Peirce, 1877). We suggest that this emotion functions as an aversive signal that motivates the individual to interrupt automatic processing and consider alternative responses through deliberative reasoning. Importantly, doubt does not in itself constitute a metacognitive judgment; rather, it represents the emotional signal forming the basis upon which FOR is constructed (Ackerman & Thompson, 2017; Thompson & Morsanyi, 2012). By integrating this emotional signal with dual-process and metacognitive models, our account may explain both the conditions under which deliberation is triggered and why individuals often seek to minimize it—because deliberative reasoning hurts.

## **Annexe 2**

### **DOES REASONING HURT? THE ROLE OF NEGATIVE EMOTIONS IN TRIGGERING DELIBERATIVE REASONING**

Cédric Cortial<sup>1,2</sup>, Jérôme Prado<sup>3</sup>, Serge Caparos<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Université Paris 8, DysCo lab, Saint-Denis, France

<sup>2</sup>Université Clermont-Auvergne, LAPSCO, Clermont-Ferrand, France.

<sup>3</sup>Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (CRNL), INSERM U1028 - CNRS  
UMR5292, Université de Lyon, Lyon, France.

<sup>4</sup>Institut Universitaire de France, Paris, France

#### **Author Note**

Cédric Cortial <https://orcid.org/0000-0002-8866-5183>

Jérôme Prado <https://orcid.org/0000-0003-3548-5610>

Serge Caparos <https://orcid.org/0000-0001-6922-4449>

**IN REVIEW IN *REVIEW OF PHILOSOPHY AND PSYCHOLOGY***

## Introduction

In 1798, some European explorers discovered a particularly strange animal in newly colonized Australia. Endowed with a beak and fur, webbed feet and laying eggs, it was swimming, walking and it was poisonous. There is still something to be surprised about when we face a platypus today. One important aspect of its discovery is that the English scientists who received the first specimens believed it was a hoax. They even fashioned theories allowing them to exclude the possible existence of such a thing. For some, it made much more sense that the creature was the work of an Asian taxidermist who had sewed a duck's beak onto a quadruped body. For others, however, it was necessary to reframe existing models so that they could accommodate oviparous mammals. The latter scientists concluded that this animal must belong to a new category: monotremes (see Moyal, 2010, for details about the platypus' history). As this introductory example illustrates, giving meaning to an unexplained event often requires the formulation of a hypothesis. How is that process triggered? In other words, why do humans engage into reflection in the first place?

While in recent years, experimental psychologists have increasingly explored this question (De Neys, 2022; De Neys & Glumicic, 2008; Pennycook et al., 2015; Thompson et al., 2011), this issue has long been studied by pioneer philosophers of pragmatism, including William James, Charles S. Peirce or John Dewey. The contribution of pragmatism to the problem of the origin of reflection has been somewhat obscured in contemporary psychology. However, we believe that the field can draw from pragmatist models elaborated a century ago because it offers an interesting answer to the question of why humans engage into reflection, which is known as 'deliberation' or 'deliberative reasoning' in the field of psychology.

Philosophers of pragmatism have argued that the reason why humans engage in deliberative reasoning in the first place is because they experience *doubt*, "an uneasy and dissatisfied state from which we struggle to free ourselves and pass into the state of belief" (Peirce, 1877, p. 4). Critically, doubt has been primarily acknowledged by pragmatists as something we *feel*. In other words, it is a "feeling of a discrepancy, or difficulty" [...]. In cases of striking novelty or unusual perplexity, the difficulty [...] is likely to present itself at first as a shock, as emotional disturbance, as a more or less

vague feeling of the unexpected, of something queer, strange, funny, or disconcerting.” (Dewey, 1910, p. 74).

Psychologists have long postulated that human reasoning, which allows us to make sense of the situations we find ourselves in, involves two distinct cognitive processes. These are often referred to as intuition and deliberation. While deliberation is a controlled and conscious process which engages a deep, analytical type of reasoning and is effortful and cognitively costly, intuition is automatic and exclusively relies on effortless processes (Epstein, 1994; Evans, 2006; James, 1890; Kahneman, 2003; Sloman, 1996; Stanovich & West, 2000). A central issue for reasoning theories is to account for processes that may trigger deliberation, which they tend to do by focusing mainly on processes that are cognitive in nature (De Neys, 2022; Thompson et al., 2011). Yet, drawing from philosophers of pragmatism, we believe that current psychological theories may not take sufficient account of the observations that emotional processes are involved in switching from intuition to deliberation. At the very least, we argue here that emotional causes for deliberation should be considered. Our goal here is to better specify the process that underlies the switch from fast to slow thinking (Bago & De Neys, 2020; De Neys, 2022; De Neys & Bonnefon, 2013; De Neys & Glumicic, 2008), and to propose that a negative-valence emotion, doubt, is at the heart of this process.

Compared to intuitive reasoning, deliberative reasoning is expensive in mental resources (Evans & Stanovich, 2013). A fundamental question, then, is why individuals would engage in deliberative reasoning in the first place. One response has been to argue that there are situations in which our mindware (Perkins, 1995; Stanovich et al., 2011) is not able to solve the problem at hand through automatic intuitions and, when this happens, deliberative reasoning is activated. For example, the oviparous mammal mentioned above did not fit into any previously encountered box, leading to a failure of intuitive reasoning to explain it. This made it necessary for 18th-century scientists to deliberate in order to explain its existence. However, why should one care at all when intuitive reasoning fails to provide a satisfying solution? Why not keep going irrespective of whether one has, or has not, successfully solved a problem? Given the cognitive system's inclination toward miserliness (Stanovich, 2018; Stanovich et al., 2011), and the evidence that the mental effort involved in thinking is unpleasant (David et al., 2024), it appears necessary to justify why it would choose to engage costly resources

instead of simply "giving up" on explaining a problematic situation and going on automatically with intuitive decisions.

To address the question of why we engage in deliberative reasoning, we first describe what prominent current models of reasoning have to say about this question. Second, we explain how the addition of a pivotal component to current models, namely, doubt, offers new insight into some of the blind spots of these models. Third, we discuss the nature of doubt and the empirical support for its pivotal role in reasoning.

### **Failures of intuition**

Current models of reasoning suggest that deliberative reasoning is activated when intuitive reasoning fails (Evans & Stanovich, 2013; Kahneman, 2011). This idea rests on two important assumptions: (1) that intuition can fail, and (2) that such a failure can be detected. It is crucial to understand that a failure of intuition does not mean "incorrect response," as demonstrated by the existence of cognitive biases. A cognitive bias is a systematic deviation in information processing that leads individuals to judge, reason, or decide in a predictable but non-logicomathematical way. The organism does not perceive bias-driven responses as failures of intuition. By contrast, the organism does consider intuition to have failed if it does not provide a direct, rapid, and effortless response. In this sense, several types of intuitive failures have been described in the literature.

An intuition may fail to emerge fluently. For example, intuition may take longer to arise because it is more uncertain or less familiar (Ackerman & Thompson, 2017; Thompson et al., 2013). Another case occurs when multiple inconsistent intuitions arise simultaneously and compete for the response. This phenomenon, termed "cognitive conflict" (De Neys, 2012, 2014; De Neys et al., 2010; De Neys & Pennycook, 2019), is also an instance of intuitive failure. Such contradictory intuitions promote incompatible sets of actions (each with different strengths) that cannot be executed simultaneously. The strength of each action path can be explained by the fluency of processing or the speed of intuition (Bago & De Neys, 2020), as well as by the level of automatization associated with the intuition (i.e., how easily the intuition emerged, De Neys, 2022; Stanovich, 2018).

More broadly, the disrupted or nonautomatic character of the organism–environment interaction offers a way to understand the notion of inconsistency described by developmental, social, or emotional models mentioned in the introduction—an inconsistency that can itself be understood as a failure of intuition. Indeed, multiple intuitions, a slow and uncertain intuition, or no intuition at all leave us facing a problematic situation that we cannot resolve using prior knowledge. A weak intuition signals the inability to process a situation automatically. Thus, the evaluation of the gap between what the organism can provide (intuitions) and what it desires (problem resolution) lies at the heart of intuitive failure.

### **Monitoring weak intuitions**

Several recent models suggest that the failure of intuition leads to the activation of deliberative reasoning (De Neys, 2022; Pennycook et al., 2015; Thompson et al., 2011). The activation of deliberation therefore presupposes the existence of a monitoring system capable of detecting intuitive failures, and multiple terminologies have been proposed in the literature to describe such a system.

For Thompson et al. (2011), this system is described as a metacognitive experience, called the Feeling of Rightness (FOR), which results from a self-assessment of one’s confidence in the correctness of a response. Similar to the Feeling of Knowing (Hart, 1965)—the source of the sensation of having an answer “on the tip of the tongue”—the FOR is defined as a “second-order judgment” (Thompson, 2009), that is, a judgment about our judgments (in this case, our intuitions). Fluent, familiar, and non-conflicting intuitions generate a high FOR (Thompson et al., 2013, 2018; Thompson & Johnson, 2014). A high FOR indicates to the organism that deliberation is unnecessary. By contrast, a low FOR signals the need to activate deliberation.

Other terms have been used to describe the FOR, such as Response Uncertainty (RU; De Neys, 2022) or Feeling of Error (FOE; Ackerman & Thompson, 2017; Fernandez Cruz et al., 2016; Gangemi et al., 2015). Thompson et al. also propose the existence of a Feeling of Wrongness (FOW), the inverse of FOR (Thompson & Morsanyi, 2012). In every case, these are metacognitive judgments about intuition. Importantly, the direction of FOE, FOW, and RU is opposite to that of FOR, such that FOE/FOW/RU decrease when FOR increases.

One method used to demonstrate the existence of a monitoring system for intuition quality involves so-called conflict reasoning problems, which can generate both a correct or logical intuition (i.e., one compatible with logicomathematical principles) and an incorrect or heuristic intuition (i.e., one based on heuristics and potentially incompatible with such principles). Consider, for example, the following syllogism:

All trees have roots.

Oaks have roots.

Therefore, oaks are trees.

Although at first glance the argument may appear logically valid, it is in fact a fallacious form of reasoning known as affirming the consequent. Indeed, trees are not the only things that have roots (hair has roots too). Thus, the conclusion “oaks are trees” does not logically follow from the premises. Here there is a conflict between a conclusion that seems credible and the invalid logical structure of the argument.

This phenomenon, which obstructs the ability to judge the logic of an argument without being influenced by belief, has been termed the belief bias (Evans et al., 1983). Belief bias can foster cognitive conflict, where two incompatible intuitions arise in parallel (one belief-based, incompatible with the intuition based on the logical structure of the problem).

When reasoning about such “conflict” problems, individuals often fail to resist giving the erroneous intuition (based on belief bias). Nevertheless, they tend to report lower confidence (or higher uncertainty) in their responses and to reason more deliberately (compared with when they reason about similar no-conflict problems; Bago & De Neys, 2019; Botvinick, 2007; De Neys, 2012; De Neys et al., 2008, 2010; De Neys & Glumicic, 2008; De Neys, 2022; De Neys & Pennycook, 2019; Pennycook et al., 2015).

Lower confidence in the response provides evidence that the weakness of intuition was detected (at least partially, even if it did not lead to correction of the erroneous answer). The same phenomenon appears in the FOR framework. Individuals faced with conflict problems report lower FOR levels and

are more likely to engage in deliberation (Ackerman & Thompson, 2017; Thompson, 2009; Thompson et al., 2011, 2013, 2018; Thompson & Johnson, 2014; Thompson & Morsanyi, 2012).

In sum, regardless of the label given to the output of the monitoring system (FOR, RU, FOE, or FOW), the main hypothesis of current models remains similar: the activation of deliberation depends on a metacognitive evaluation of intuition quality. In the case of weak intuitions, the system is blocked and requires deliberation to progress. In the case of conflicting intuitions, the extent of conflict depends on the balance between the strength of each intuition. When two intuitions are equally strong, the system faces a strong conflict that must be resolved through deliberation. If the conflict is unbalanced (i.e., one intuition is clearly stronger than the other), deliberation is less necessary and therefore less likely to be activated (De Neys & Pennycook, 2019).

Thus, although there are some conceptual differences among dual-process reasoning models, their description of the monitoring of intuitive failures remains quite similar. The central idea has even been summarized in a single model (Pennycook et al., 2015). This model explains the triggering of deliberative reasoning in three steps: (1) a stimulus may activate multiple intuitive responses in parallel, some faster than others, each associated with a certain level of confidence (a FOR); (2) a conflict-detection mechanism evaluates their compatibility and “strength” (their level of FOR); (3) if a conflict is identified, System 2 engages, leading either to a rationalization of the strongest initial intuition or to cognitive decoupling in favor of an alternative.

### **The Imprecise Nature of the Monitoring System**

The results presented in the previous section are well supported empirically. In our view, they do not suffer from a lack of evidence, but rather from a lack of conceptual specification. On the one hand, terms such as uncertainty or feeling of rightness/error/wrongness seem to instantiate a process that is cognitive in nature: a quantitative evaluation of the strength of failure. On the other hand, these terminologies also imply that monitoring failures of intuition produces something that is felt, as captured by expressions such as gut feeling (De Neys et al., 2010), implicit [knowledge] (Bago & De Neys, 2020), experienced uncertainty (De Neys, 2022), subjective experience (Ackerman & Thompson, 2017), metacognitive experience (Thompson et al., 2011), sense of correctness (Thompson et al., 2011), or, quite

explicitly, the term feeling (of rightness/error/wrongness; Thompson et al., 2011; Gangemi et al., 2015). In sum, current models remain vague about the precise nature of the monitoring system and leave its embodied dimension largely underspecified.

A major issue with this vagueness is that it prevents us from answering the question of why one should be disturbed when intuitive reasoning fails to provide a satisfactory solution. Why not simply stick with the first response that comes to mind, regardless of its accuracy or strength? Given the well-documented tendency of the cognitive system toward cognitive miserliness (Stanovich, 2018; Stanovich et al., 2011) and the evidence that mental effort involved in reflection is unpleasant (David et al., 2024), it seems necessary to justify why the organism would choose to engage costly resources rather than simply abandoning the attempt to resolve a problematic situation, continuing instead with intuitions even if they are weak or unsatisfying.

### **Metacognition versus Emotion: Theoretical Considerations**

As we have seen, current reasoning models primarily explain the monitoring of intuitive failures through metacognitive judgment processes. Whether it is System 1 (intuition) determining the level of RU (De Neys, 2022), System 2 (deliberation) (Kahneman, 2011; Stanovich & West, 2000), or a potential System 3 (Evans, 2009), the task is always to evaluate quantitatively the quality of our intuition. What is missing from these theories, however, is an explanation of why an individual would be motivated to expend cognitive energy (by engaging in deliberative reasoning) upon detecting a weak intuition. If metacognitive judgments inform us of the weakness of intuition's output, what motivates the individual to act?

To address this question, we propose that the metacognitive framework would benefit from being complemented by appraisal-based emotion theory. According to this theory, an emotion arises from an appraisal of the congruence between an individual's goals and their environment (for a synthesis, see Moors et al., 2013, 2017). A stimulus is appraised as positive (or attractive) if it facilitates access to the organism's goals, and as negative (or aversive) if it conflicts with them.

If an individual appraises a non-fluent intuition as an obstacle to their goals, then according to the appraisal model, they should experience a negatively valenced emotion that includes an unpleasant

subjective feeling, a physiological reaction, and an action tendency (Scherer & Moors, 2019). This emotional process could explain why an individual would be motivated to expend precious resources on deliberative reasoning: in order to rid themselves of the aversive negative emotion. We hypothesize that this emotion is doubt, following the proposal of pragmatist philosophers (Dewey, 1910; Peirce, 1877).

Not all metacognitive models acknowledge a role for emotion, and when they do, this role is not central. In general, metacognitive evaluations (RU, FOR, FOE, FOW) rely mainly on cues such as familiarity with problem terms or the fluency of intuitive emergence. In some models, such as Response Uncertainty (De Neys, 2022), these cues alone suffice to explain the shift to System 2. In others, such as the Feeling of Rightness (FOR), it is acknowledged that these cues may include an emotional response. For instance, the FOR model proposes that fluent intuitions are associated with positive affect (Morsanyi & Handley, 2012; Thompson, 2009; Thompson et al., 2011; Thompson & Morsanyi, 2012; Trippas et al., 2016; Zizak & Reber, 2004), and that this pleasure discourages engagement in deliberative reasoning (Morsanyi & Handley, 2012; Thompson & Morsanyi, 2012; Trippas et al., 2016; Winkielman & Cacioppo, 2001).

This perspective, however, raises a theoretical question: if the metacognitive framework already acknowledges an emotional component, what exactly is the role of this emotion in the FOR model? The pleasure felt during the fluent emergence of an intuition is already incorporated into the monitoring system to evaluate FOR. But if so, the question arises: what role does emotion play here? If the pleasure associated with fluent intuition is already taken into account by the monitoring system in determining the Feeling of Rightness, then there is no reason to think that FOR itself represents the primary motivation to deliberate, since the emotional motivation already exists (Thompson & Morsanyi, 2012). It is possible that the role of FOR is secondary, serving to arbitrate between different deliberative strategies, as we will see later. Thus, it is more parsimonious to propose that it is the experience of an emotion that explains the motivation to deliberate.

## **Failure of Intuition and Emotion: Empirical Support**

The hypothesis that an emotion—doubt—lies at the core of the reasoning process is not only theoretically compelling, as we saw in the previous section, but is also supported by empirical evidence. In this section, we review empirical findings that support the emotional hypothesis.

We begin with a semantic note. Although doubt can be conceptualized in different ways, here we explicitly treat it as a type of emotion. Indeed, doubt shares the defining features of emotion: subjective experience, physiological reaction, and behavioral response (Scherer & Moors, 2019). It is accompanied by a subjective feeling (in this case, unpleasant; Koriat, 2000), triggers physiological reactions—such as activation of the insula and amygdala, as well as increased skin conductance (Critchley et al., 2001; Hsu et al., 2005)—and influences behavior by motivating actions such as information seeking or avoidance (Grupe & Nitschke, 2013), as well as by activating facial muscle responses (Berger et al., 2020; Lindström et al., 2013).

The emotion of doubt can be conceived as the product of conflict, opposition, or incongruence between different kinds of cognitions—for example, between goals and predictions on the one hand, and perceptions on the other, or between contradictory intuitions or beliefs. Accordingly, we should expect empirical evidence showing manifestations of emotional reactions when such inconsistencies are encountered.

First, a body of studies shows that the cognitive system generally evaluates inconsistency or incongruence as aversive phenomena (Dreisbach & Fischer, 2012, 2015; Proulx et al., 2012). Several studies also show that conflicts increase physiological arousal in tasks such as image coding (Kuzinas et al., 2016), the Simon task (Van Steenbergen & Band, 2013), the Stroop task (Hoshikawa & Yamamoto, 1997), speech processing (Zhang et al., 2010), or familiarity judgments (Morris et al., 2008). Increased arousal has likewise been demonstrated in reasoning tasks involving cognitive conflict, using measures of pupil dilation (Purcell et al., 2023) and electrodermal activity (De Neys et al., 2010). Strong (fluent) intuitions, by contrast, have been associated with a state of relaxation (Zander et al., 2017).

Additional evidence of the emotional nature of the reaction triggered by intuitive failures comes from measures of brain activity. Although there is no direct one-to-one correspondence between brain regions and cognitive or affective processes, research shows activation of the same brain area during

both cognitive conflict processing and negative emotional reactions: the anterior cingulate cortex (ACC). This area is considered a key player in appraisal processes, linking emotion and cognition (Braem et al., 2017; Bush et al., 2000; Davis et al., 2005; Etkin et al., 2011; Stevens et al., 2011).

The ACC is a relatively large brain region traditionally divided into a dorsal cognitive part and a rostral-ventral affective part (Bush et al., 2000). The ventral ACC has been associated in particular with negatively valenced emotions such as anxiety, sadness (Drevets & Raichle, 1998), and pain (Rainville, 2002). It has been suggested that this region, which plays a role in avoiding aversive events (Kim et al., 2006), is critically involved in behaviors motivated by aversion to negative emotions (Shackman et al., 2011). For instance, some have hypothesized that “the common fundamental function of negative affect, pain, and cognitive control [all three mediated by the ACC] is the need to determine an optimal plan of action in the face of uncertainty, that is, to exercise control” (Shackman et al., 2011, p. 8). Consistent with this hypothesis, lesions in this brain area impair accurate recognition of negative emotional facial expressions and alter cognitive control (as measured with a Stroop task; Tolomeo et al., 2016).

Relevant to our argument, activation of the mid–anterior cingulate cortex (mACC) and the dorsal ACC (dACC; De Neys et al., 2008) has been observed when participants reason about incongruent or conflict problems (e.g., base-rate problems; Tversky & Kahneman, 1973). This region has also been found to be activated when participants must inhibit their beliefs to respond logically to a problem (Goel et al., 2000; Goel & Dolan, 2003), as well as when they must overcome perceptual mismatches during a reasoning task (Prado & Noveck, 2007). In short, when faced with ambiguous situations, such as during cognitive conflict, the anterior cingulate cortex appears to be activated (De Neys et al., 2008).

Taken together, the literature strongly supports the existence of an emotional reaction when inconsistencies tied to intuitive failures are encountered. It also suggests that this emotion is negative and, in this sense, consistent with the idea that we engage in reasoning to eliminate or reduce an aversive negative feeling such as doubt. Thus, consistent with what the pragmatists theorized, a disruption in the continuity of organism–environment interaction could be appraised as negative. Intuitive failure could therefore represent such a disruption—but this failure alone cannot suffice to explain the motivation to engage in deliberative reasoning.

### **Doubt: A Threatening Uncertainty**

A failure of intuition would not always be sufficient to trigger doubt. Thus, if an individual believes they have done everything they could or sees no interest in solving the problem, they might not feel the need to reflect further. The emotion of doubt would therefore be the result of a more general appraisal than a simple metacognitive judgment of uncertainty concerning our intuitive response. According to this conception, doubt could be the result of evaluating the threat stemming from uncertainty, that is, the discontinuity between the organism's goals and what its environment provides.

It is in this sense that the appraisal framework can be beneficial to reasoning models. Indeed, doubt would strongly depend on individual goals and needs, the sense of agency, adaptation potential, and the control the individual exercises over the situation. In the model proposed by Lazarus, for example, there is a first appraisal that evaluates motivational relevance and motivational congruence ("Is the situation consistent or inconsistent with my goals?"). There is then a second appraisal that determines the individual's capacity to adapt to the situation (for example, the individual's ability to solve the problem; Lazarus, 1991; Lazarus & Folkman, 1984). This appraisal process allows not only for evaluating the gap between the individual's objectives and environmental conditions, but also for estimating to what extent this gap constitutes a threat to them.

For Scherer, there exists a sequence of evaluative checks, which integrates a verification of relevance ("Does this affect me? Is it new?"), implication ("What are the consequences?"), coping potential ("Can I handle it? Do I have control?"), and normative significance ("Is it compatible with my norms or values?"; Scherer, 2001). From these appraisals, more or less marked physiological and motor reactions would emerge, influencing metacognitive experiences and, ultimately, the engagement of System 2.

It is therefore these elements of appraisal that would determine the level of threatening discontinuity and would proportionally constrain individuals to mobilize more or fewer cognitive resources. Regarding uncertainty as a threat, a person can be very uncertain of their response, but confident in their problem-solving abilities; this confidence will lower their threat level. Conversely, another person experiencing the same uncertainty, but perceiving themselves as less competent, will feel this uncertainty as more threatening and will be more inclined to engage in thorough reasoning.

Engagement in S2 would be influenced by the individual's Mindware (that is, the set of beliefs and knowledge of the individual; Stanovich, 2018), which would considerably affect deliberation (Erceg et al., 2023; Purcell et al., 2020; Raelison et al., 2020; Schubert et al., 2021; Stanovich, 2018; Thompson et al., 2018). It is interesting to note here that past emotional experiences and the resonance of these new problems with them could also play a role (e.g., a veteran may excel in reasoning about war-related content; Blanchette et al., 2007; Blanchette and Caparos, 2013, 2016). One can imagine that it is indeed at the level of appraisal that the difference is played out, since veterans will perhaps judge as more important for them (relevant) to answer a question concerning war, so the uncertainty related to the problem could be evaluated as more threatening.

A body of evidence therefore suggests that there exists an emotional reaction linked to reasoning and the motivation to engage deliberative efforts. In this context, the theoretical framework of appraisal naturally imposes itself to understand what belongs to the emotional domain. However, if a more general appraisal is at the origin of this emotion of doubt, we should be able to identify several emotions of similar nature appearing in analogous situations. These emotions should have a negative valence, proximity to uncertainty, and motivate the use of costly mental processes. Conducting a review thus allows us to better understand what it feels like to doubt.

### **Comparative Phenomenology of Doubt**

Imagine that you return home after a long day of work and find your friends suddenly emerging from behind the furniture shouting "happy birthday!" This unexpected event would interrupt the normal course of your actions and would most likely leave you perplexed. To restore the continuity of your experience, you would try to connect today's date to this unexpected fact. You might thus feel a sentiment of non-threatening surprise, which will be quickly resolved if today is really your birthday. However, if the same scenario occurred three months later with unknown people, you would probably feel deep confusion (a more threatening uncertainty). Several intuitions could explain the situation (perhaps: "they got the wrong day or apartment" or "I'm being robbed in a particularly sadistic manner"). You might even feel a sudden increase in anxiety, until someone answers you ("it's a surprise for your roommate's birthday").

The different mental states described in the example above were provoked by puzzling situations that interrupted the expected course of our actions. In this, they contain a form of perplexity, that is, a state of uncertainty and "mental fog" (the impression of not knowing) associated with a certain level of threat. In the terms of reasoning psychology, these situations are flagrant inconsistencies and potentially failures of intuition. However, as we argue, the cognitive dimension alone is not sufficient to explain engagement in reflective effort. As we have seen previously, failure of intuition is accompanied by an emotional reaction.

In fact, several emotional states seem close to what we mean by doubt. States of surprise, confusion, or anxiety could be forms of doubt that vary in terms of threat level. If these affective states truly belong to the same category, doubt, they should share similar characteristics. More precisely, they should (1) arise from an incongruence or experienced rupture within the organism-environment interaction, (2) have a negative valence, and (3) trigger deeper and more effortful reasoning, deliberation.

In this comparative phenomenology, we gather a set of evidence from the literature that seems to point in the same direction. By their number and coherence, these pieces of evidence can be considered as theoretical proof of the existence of doubt as an emotion motivating the use of deliberation. Articles 2, 3, and 4 will provide empirical observations.

### *Surprise*

Surprise should not be confused with novelty. It is possible to have the feeling of being confronted with something new without being surprised by it. Imagine, for example, going to a new cinema. Even if the location, entrance, and rest of the environment are indeed new, the experience as such is not surprising if nothing contradicts our predictions (that is, what we expect to encounter in a cinema).

In this context, it is important to understand that surprise is an ephemeral emotion that emerges in response to a situation where a strong contrast exists between expectations and reality (Teigen and Keren, 2003). In other words, it appears when a new stimulus is at odds with existing schemas (schema-discrepant; Meyer et al., 1997). Researchers suggest that it occurs in response to the challenge of explaining unexpected events (Foster and Keane, 2015) or reconciling current experience with prior expectations (Keane and Maguire, 2006; Pezzo, 2003). These challenges can be attributed to the inability

of the cognitive system to retrieve the appropriate intuitions necessary to pursue normal action in such situations (Kahneman and Miller, 1986).

Given that inconsistency is unpleasant (Hajcak, 2012; Hajcak and Foti, 2008; Topolinski et al., 2009), that surprise is associated with the interruption of an expected action plan (Horstmann, 2006), and that people generally prefer predictability to uncertainty (Gawronski and Strack, 2012; Mendes et al., 2007; Proulx et al., 2012), one can deduce that surprise has a negative valence.

Note that surprise has also been considered as an emotion with positive valence (Fontaine et al., 2007; Valenzuela et al., 2010) or neutral (Russell, 1980). However, some researchers have argued that surprise, being short-lived and resolving quickly, might have been confused with the emotion that follows it (for example, relief or satisfaction; see Ekman, 1982; Noordewier and Breugelmans, 2013). Thus, taking into account the various pieces of evidence discussed here and the results of several studies (Noordewier et al., 2016; Noordewier and Breugelmans, 2013; Topolinski and Strack, 2015), we suggest, with caution, that surprise is generally associated with a negative valence.

There is also evidence supporting the idea that surprise motivates individuals to deliberate. For example, it has been shown that surprise motivates individuals to move from a routine state to a more analytical and reflective state (Strack and Deutsch, 2004). It has also been suggested that surprise incites individuals to engage their attention, make more costly cognitive efforts and/or use deeper processing strategies, in order to make sense of an unexpected situation (Meyer et al., 1991; Muis et al., 2015; Pezzo, 2003; Topolinski and Strack, 2015). Finally, surprise has been described as a cognitive tuner that favors the transition from intuitive reasoning to deliberation (Bless, 2007; Deutsch and Strack, 2008; Schwarz, 2002). Moreover, for Daniel Kahneman, although he does not draw conclusions about the emotional character of the process, it is indeed surprise that is at the heart of the transition from S1 to S2 (Kahneman, 2011). Finally, a study explored the impact of surprise on the feeling of difficulty and response time in numerical problems (Touroutoglou & Efklides, 2010). The results indicated a positive correlation between surprise and the feeling of difficulty, which in turn was positively correlated with response times. Given that the time needed to answer a problem is an indicator of deliberation engagement (De Neys, 2006), these data also support the idea that surprise favors deliberation.

In sum, surprise seems to be a weakly threatening form of doubt. It indeed constitutes a negative emotional state that signals incongruences in the organism's interaction with its environment, such as failures of intuition, and triggers deliberation.

### *Confusion*

Confusion "stems from information-centered evaluations aimed at determining the extent to which received information aligns with existing knowledge structures and whether there are inconsistencies or other contradictions in the information flow." (D'Mello et al., 2014, p. 154). At the heart of this definition lies the idea that confusion is indeed a reaction to a failure of intuition (at least, judged as such by individuals). It differs from surprise in that it lasts longer, although the two are close, with surprise potentially leading to confusion (D'Mello and Graesser, 2012; D'Mello and Graesser, 2014; Loewenstein, 1994; Vogl et al., 2019).

Confusion is characterized by specific facial expressions. These have notably been explored in studies that focused on the activity of the Corrugator Supercilii muscle, which causes frowning (Bitti et al., 2014; Durso et al., 2012). Through detailed analysis using the FACS (Facial Action Coding System) classification developed by Ekman and Friesen (1978), Bitti et al. (2014) found that a sentence such as "I am not certain I know it" is associated with facial expressions that involve raising the inner and outer eyebrows. A sentence such as "I don't know, but I can try to retrieve this information..." is also associated with lowering of the eyebrows and tightening of the eyelids (Bitti et al., 2014). Given that frowning, through activation of the corrugator, is linked to low confidence (Stepper and Strack, 1993), to incongruities or obstacles (Cacioppo et al., 1986; Pope and Smith, 1994; Scherer and Ellgring, 2007; Smith, 1989) and to cognitive conflicts (Berger et al., 2020; Lindström et al., 2013), it is likely that confusion is an aversive emotion with negative valence (Kool et al., 2010). Moreover, as Darwin (1872) suggested, frowning is also associated with a form of laborious thinking provoked by encountering an obstacle, something complex or unpleasant. This suggests that the use of the same facial expression can be a sign of cognitive effort, encountering blockages or inconsistencies, deliberation, confusion, and negative feelings, which also suggests that these different elements are intrinsically linked.

Furthermore, confusion is a shared emotion that can be easily identified. This is shown by a study in which students were invited to observe and note, during their daily life on campus, situations in which different facial expressions occur in various usual contexts. Confusion was the most frequently reported emotion (14% of observations, tied for first place with happiness; Rozin and Cohen, 2003). The study identified five main causes of confusion. While four of them were related to cognitive effort (and therefore, potentially, to engagement of deliberation), one was related to experiences of inconsistencies (see Table 1). These results clearly support the idea that confusion is associated with engagement of deliberation.

**Table 1**

*Percentage distribution of confusion observations between different situational categories.*

Categories	Percentage of confusion occurrences (rounded)
After a question	35.7%
Doing homeworks/ Learning	27.3%
In class/listening to the professor	19.1%
Something unexpected or strange	13.1%
Making a decision/ Planning/ Thinking	4.8%

*Note. Adapted from (Rozin et Cohen, 2003)*

Finally, several studies have shown that frowning, when solving a problem, increases reflection time and the number of correct answers to reasoning problems (Alter et al., 2007; Thompson et al., 2013). This suggests that frowning reflects the involvement of deliberation (Gagnon et al., 2021). Confusion also appears to be beneficial for learning (Craig et al., 2004; D'Mello and Graesser, 2012, 2014; Lehman et al., 2013; Lodge et al., 2018; Pekrun and Stephens, 2012; VanLehn et al., 2003; Vogl et al., 2019). This is consistent with the idea that confusion motivates the search for information in order to exit the state of doubt. In mathematics courses, confusion appears to be beneficial for learning through deeper processing and resolution of cognitive conflicts (Kapur, 2008; Kapur and Kinzer, 2009).

In summary, it appears that confusion is also a negative emotion, arising in blocking situations and promoting reflection. In this sense, it is probably a more powerful form of doubt than surprise and longer-lasting in time.

## Anxiety

In this section, we discuss state anxiety, which is an emotion triggered by a situation, as opposed to trait anxiety, which is an individual's general and stable predisposition to react anxiously to stimuli (Endler and Kocovsky, 2001; Spielberger, 1966). In what follows, for brevity's sake, we will use the term anxiety to refer to the emotion (state anxiety) and not the predisposition (trait anxiety).

Anxiety is a transient emotion characterized by physiological arousal and subjective feelings of apprehension, worry, and tension (Spielberger, 1966). Unlike fear, "the object of anxiety is not a danger, but an event that implies a possible and uncertain danger" (Miceli & Castelfranchi, 2005, p. 294). Anxiety triggers a need for "epistemic control," that is, the need to exit uncertainty and make our environment predictable again (Miceli & Castelfranchi, 2005).

At the heart of anxiety is therefore the idea of uncertainty. Something could threaten us, but we do not know how to adapt to it. This rupture in the normal interaction of the individual with their environment is indeed of the order of an intuitive failure, since being unable to provide a simple and direct response to the potential problem. Indeed, there is no reason to feel anxiety if we respond fluidly and automatically to our environment. In this regard, it is probably a form of excessive doubt, because one of the characteristics of anxiety is the difficulty (or impossibility) of finding a solution to the problem that generates the anxiety. The valence of anxiety is unquestionably negative (Endler and Kocovski, 2001; Spielberger, 1966).

Anxiety (and confusion) seems to favor the use of critical thinking (Muis et al., 2021), and a large number of studies have shown that anxiety saturates working memory and decreases the general availability of cognitive resources (for example, Ashcraft and Kirk, 2001; Blanchette and Caparos, 2016; Channon and Baker, 1994; Darke, 1988; Derakshan and Eysenck, 1998; Kensinger and Corkin, 2003; Moran, 2016). Anxiety should therefore not be seen as external pollution of cognition, but rather as a trigger of cognition that monopolizes cognitive resources. It has also been observed that, in political situations perceived as anxiety-inducing (e.g. ecological crisis), some people are motivated to engage in

more deliberative reasoning (Fernando et al., 2016; Mackuen et al., 2010; Valentino et al., 2008). The emergence of abstract thoughts (a by-product of deliberation) also helps attenuate somatic responses linked to anxiety (Borkovec et al., 1993; Mathews, 1990).

In sum, anxiety is a very strong form of doubt, which emerges when a potential problem seems difficult to solve, or even insoluble. It is interesting to note that, in the context of lasting uncertainty – when our intuition fails but we do not succeed in finding a satisfactory solution – the experience of anxiety becomes increasingly unbearable and can push individuals to prefer the depressive state associated with certainty, rather than the anxious state associated with uncertainty (Miceli & Castelfranchi, 2005). This observation is consistent with the argument that anxiety, and doubt in general, are powerful forces that motivate us to resolve the situation of inconsistency and engage deliberative reasoning to reduce doubt.

In sum, after a thorough examination of the characteristics of surprise, confusion, and anxiety, it appears that these characteristics are in line with the idea that failures of our intuition generate an emotional response of an unpleasant nature. Engaging in deeper and more thoughtful reflections seems to be motivated by the desire to rid ourselves of these aversive emotions.

### *The Specific Case of Curiosity*

When examining the question of our motivation to deliberate, another emotion than those mentioned above also seems relevant: Curiosity. The latter triggers exploratory behaviors (Vogl et al., 2019) and can be understood as the result either of an unfulfilled prediction (Gruber & Ranganath, 2019), or of a gap between what we know and what we want to know, namely a lack of information (Loewenstein, 1994). Curiosity seems to be strongly linked to the willingness to engage cognitive resources, and therefore to deliberate. It is moreover positively correlated with confusion and anxiety (Vilhunen et al., 2022).

There are two types of curiosity (Litman, 2010, 2012): while interest curiosity (I-type) focuses on the pleasure sensation associated with discovering new ideas, deprivation curiosity (D-type) focuses on the displeasure sensation associated with a gap to fill on a subject. D-type curiosity can be linked to

anxiety, which suggests a negative valence (Hong et al., 2017). Consequently, D-type curiosity is comparable to uncertainty and doubt, has a negative valence and represents a motivation to reason (van Lieshout et al., 2021).

I-type curiosity, on the other hand, does not seem to cause anxiety and "is related to the anticipated pleasure of discovering information of a more relaxed, non-essential, entertaining or aesthetically pleasing nature, such as juicy gossip, a funny anecdote or an entertaining story" (Litman, 2005, p. 799-800). In this sense, I-type curiosity is also a sensation of deprivation, but it is small enough to be easily overcome by projecting the pleasure experienced in satisfying it.

### ***Synthesis***

To summarize, surprise and I-type curiosity are emotions that appear when an intuitive failure is quickly resolved. Confusion and D-type curiosity are negative emotions that appear when a failure is more difficult to counter, but which can be resolved. Anxiety is a negative emotion that occurs when an intuitive failure cannot be resolved, or only with great difficulty.

In the present section, we limit ourselves to discussing surprise, confusion, anxiety, and curiosity. We note however that other emotions may share similar characteristics (such as ambiguity, worry, stress, or perplexity) and are variants of the general concept of doubt. The purpose of this section was to document how emotions with similar characteristics (that is, reactions to intuitive failures and with negative valence) have the characteristic of increasing the use of cognitive energy through deeper, analytical and deliberative processing of information. Thus, the term doubt is not a semantic variation of the terms feelings of rightness, of error or of wrongness, or of response uncertainty (Ackerman & Thompson, 2017; De Neys, 2022; Fernandez Cruz et al., 2016; Gangemi et al., 2015; Thompson et al., 2011). It is the assertion that a process of emotional nature is at the heart of deliberation, and therefore of human rationality.

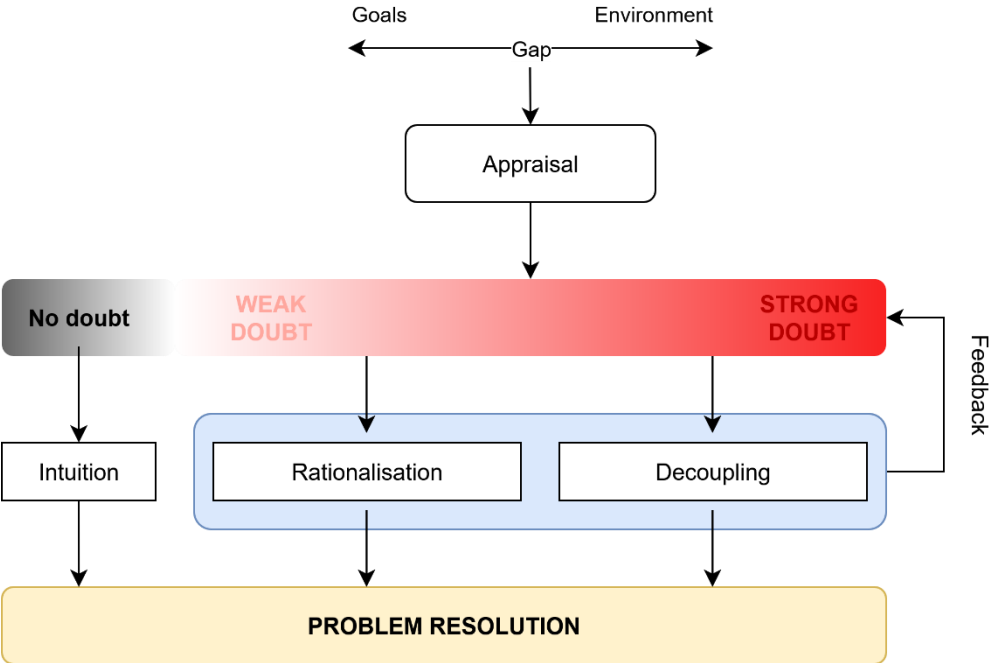
### **The Doubt/Deliberation Relationship**

The literature review of the first sections of this article suggests that there exists a link between a negative emotion and the engagement of a costly reasoning process, deliberation. With this thesis, our

objective is to formulate a coherent model that merges these two perspectives and that can be tested empirically. The Model of Aversive Doubt (MAD) that we propose is therefore a synthesis attempt that can be summarized in five key points:

1. Doubt describes the emotional reaction (subjective, physiological and behavioral) linked to the appraisal of an intuitive failure (i.e., presence of an inconsistency) that goes against the individual's goals.
2. Doubt is an emotion that can be expressed in various forms (e.g. surprise, confusion or anxiety) and on which metacognitive judgments will be based.
3. An aversion to doubt, linked to its negative valence, motivates us to use deliberative reasoning to rid ourselves of it.
4. The strength of doubt has an impact on the type of deliberative reasoning that is triggered (rationalization versus decoupling; see below).
5. Deliberation reduces the level of doubt.

**Figure 1**  
*Schema of the model of doubt aversion*



The following sections propose a literature review concerning points 4) and 5). We will see that they require experimental results to confirm their relevance.

### ***The Effect of Deliberation on Doubt***

Several data sources suggest that the use of deliberation reduces the level of doubt. For example, working memory is essential to reasoning and working memory skills are linked to both the reduction of negative affects (Hendricks & Buchanan, 2016) and better emotional control (Schmeichel et al., 2008). There is also consensus that emotion regulation strategies include cognitive changes (for example, reappraisal; Goldin et al., 2008; Gross, 1998), which consist of deliberately attempting to modify the meaning or relevance of an event. These strategies are particularly effective for modifying anxiety-provoking situations (Gross & Thompson, 2007). In fact, difficulty in reappraisal is one of the main explanations for anxiety disorders (Campbell-Sills & Barlow, 2007). Indeed, a large literature shows that people invited to cognitively reappraise their emotion systematically report a significant decrease in negative emotions (Dandoy & Goldstein, 1990; Gross, 1998; Keng, Robins, Smoski, Dagenbach, & Leary, 2013; Wolgast, Lundh, & Viborg, 2011; for a meta-analysis, see Webb, Miles, & Sheeran, 2012).

Although these examples are not reasoning in the strict sense, deliberation is necessarily used to successfully reinterpret events (that is, to overcome our weak intuitions about a given situation). It has been shown that emotional reinterpretation requires several costly cognitive processes, including working memory and inhibition (Gan, Yang, Chen, Zhang & Yang, 2017; Hofmann, Schmeichel & Baddeley, 2012; Ortner, Ste Marie & Corno, 2016). Finally, it is interesting to note that the ACC is also involved in reducing negative affect (Ochsner et al., 2002).

### ***Intuitive Failures, Doubt and Deliberation***

In line with what has been proposed in previous models (De Neys, 2022; Pennycook et al., 2015; Thompson et al., 2011), our model also assumes that the strength of doubt can vary, depending on the strength of the intuitive failure, and that this strength influences the type of deliberative reasoning that is triggered, namely rationalization (see Wason & Evans, 1974) or decoupling (Stanovich, 2004, 2009b; see Figure 1). Evaluations related to agency, the feeling of control and self-efficacy, the relevance of the

problem to the individual's mindware, values, personality and past affective experiences will come into play in the emergence of the emotion of doubt. In summary, any phenomenon judged (appraised) as disrupting the continuity of interaction between an organism and its environment, that is, the awareness of a gap between what one wants or expects and reality, can be considered as the source of the emotion of doubt. Intuitive failures are particularly studied and important in the field of reasoning psychology. We will therefore focus on the different forms of these failures. However, it is important to emphasize that these examples of failures do not constitute an exhaustive list; there are others.

Obviously, there are situations in which inconsistencies may only generate a weak feeling of doubt. For example, intuitive reasoning may succeed in producing an intuition, but one that is not perfectly integrated into our belief system, that emerges in a situation of perceptual inconsistency or mismatch between elements and, consequently, that takes time to emerge. Intuitive reasoning can also produce two intuitions, one stronger than the other (De Neys, 2022; Pennycook et al., 2015). These two situations (weak intuition and unbalanced conflict between two intuitions) would both lead to weak forms of doubt.

When doubt is weak, we are little motivated to spend cognitive resources and we are led to use rationalization, which is a frugal type of deliberative reasoning (Gigerenzer et al., 1999; Pennycook et al., 2015). Rationalization aims to justify (using an explicit set of arguments) an already existing intuition. The tendency to justify and confirm our beliefs rather than refute them is a well-known problem-solving strategy (Nickerson, 1998; Wason & Evans, 1974) and a cognitive bias that has been observed in numerous studies (Ball et al., 2003; Evans, 1996; Kunda, 1990; Wason, 1960). Here, deliberation can be effective in alleviating doubt by rationalizing the strongest intuition already available. In doing so, it will also help strengthen the already existing intuition, thus reducing the risk of experiencing doubt again if the same situation were to arise in the future.

However, there are failure situations that can produce stronger forms of doubt. For example, we can produce two intuitions of equivalent strength, thus generating a balanced cognitive conflict (De Neys, 2022; Pennycook et al., 2015). When this happens, deliberation is used to decouple the two intu-

itions, evaluate them and find reasons to choose one over the other. Such decoupling may involve inhibiting and replacing our intuitions, and it may either strengthen one intuition over the other, or even lead to the discovery of a new answer that better solves the problem (Pennycook et al., 2015).

Another possible scenario is one where no intuition manifests at all. In such a situation, there is strong inconsistency because there is a complete halt to the course of actions. In order to avoid doubting for too long, we will use the other inconsistency cues that Appraisal emotional theories propose (agency, self-efficacy, control), but also simply our needs, wants and desires at the moment of the situation. If we conclude that there is only a small difference in quality between our current (unresolved) situation and the new (desired) situation, we can simply abandon or set aside the problem in the hope of solving it later under better conditions, which will result in a decrease in the level of doubt. Abandonment (temporary or permanent) is a problem-solving strategy, and "I don't know" can be a satisfactory answer in certain contexts. If finding a solution is very important to the individual, we will feel a strong sense of doubt and evaluate the situation as very disadvantageous. In such cases, we will deliberate and seek additional information, either to unlock existing intuitions or to create new knowledge to solve the problem more appropriately.

We recall here the proposition at the heart of this doctoral work: different types of failures only trigger reasoning if they are evaluated as problematic and threatening to the individual. This evaluation triggers an emotional reaction that serves as motivation to engage costly deliberative reasoning. This initial motivation is framed and controlled by previous experiences and metacognitive judgments that give meaning to the lived experience.

In order to remedy inconsistencies between an organism and its environment, the MAD framework integrates a feedback loop going from the deliberation process to the feeling of doubt through the reevaluation of the strength of the inconsistency. In addition to generating responses, deliberative reasoning can modify the strength of our intuitions to help dispel doubt. If we suddenly conceive an idea that is integrated into our belief system in a very satisfactory way, or if we see the situation with a new eye that would annihilate the inconsistency, then the strength of the intuition, however weak it was, will increase because continuity with the rest of our beliefs will be restored. From a balanced cognitive conflict, we can fall into an unbalanced conflict that does not merit further reflection, and we accept our

now reinforced intuition. However, the level of doubt can also increase, rather than decrease. In the case of an absence of intuition, but where problem resolution is judged to be of high importance, collecting new information may end up increasing our level of doubt.

In summary, according to the model proposed in this work, the function of deliberative reasoning – a costly and laborious process – is to make our interaction with the environment more fluid by providing means to resolve non-fluid situations. According to the framework we propose, deliberation does not aim to provide logical answers or truths. Its purpose is above all to eliminate doubt and minimize the probability that doubt will recur in the future in a similar situation.

### ***Other Sources of Doubt***

The function of reasoning has traditionally been summarized as the ability to improve individual cognition and correct our intuitive errors (Evans & Over, 1996; Kahneman, 2003; Sloman, 1996; Stanovich, 2004). However, in light of the ineffectiveness of deliberation (Evans, 2007; Stanovich, 2009a) and the effectiveness of intuition (Bago & De Neys, 2019; Raelison et al., 2020; Thompson et al., 2018), some have made other hypotheses. For example, it has been proposed that the purpose of reasoning is to predict or simulate the future (Evans, 2010; Evans, 2011). However, as it stands, this idea explains neither the efforts we are willing to make to engage deliberative thinking, nor why it would suddenly come into play.

Another idea is that we use deliberation to motivate our actions and thus contribute to the effectiveness and reliability of communication (Mercier & Sperber, 2011). This would allow us to preserve our reputation among our peers, which could offer an evolutionary advantage. Evidence supporting this argumentative theory of reasoning comes from the observation that participants are better able to reason in groups than alone. According to Mercier and Sperber (2011), this shows that discussion and social contexts are privileged and effective domains for reasoning. However, this theory does not provide an explanation for the transition from System 1 to System 2. It is also interesting to note that MAD can also explain the phenomenon of facilitated reasoning in groups. Indeed, in social situations involving discussion, we are more often confronted with doubt due to constant exposure to contradictions from our peers, but also to their judgment, the desire to preserve one's ego, etc. This would force us to reflect

and potentially become better reasoners, because the context would have an important effect on our appraisals. To be precise, according to the idea defended in this work, the Appraisal framework allows us to understand situations where there would be a conflict between a belief and new information from our environment (for example, from peers during a discussion). Thus, argumentation or group debate (Mercier, 2016; Mercier et al., 2016; Mercier & Claidière, 2021), or the discovery of an error (Gangemi et al., 2015), would arouse doubt and engage deliberation, provided that the new information generates a conflict rather than canceling previous intuitive beliefs.

The appraisal of a gap between goal and situation can, depending on individual sensitivities, also relate to the impression that elements are in contradiction or opposition in our environment. Some studies explain the differences between conflict problems and non-conflict problems not by the conflictual nature of the intuitions generated, but by the fact that there is a contradiction between the information contained in the problems, which has been called a "mismatch" (Ghasemi et al., 2022, 2023; Hayes et al., 2022; Meyer-Grant et al., 2023). For example, a syllogism of this type has an incompatible structure, because there is an inconsistency between the first and last sentence:

If whales can swim (p), then they can traverse the oceans (q).

Either whales can swim (p), or they can traverse the oceans (q), but not both.

Therefore, whales cannot swim. ( $\neg p$ ) (taken from Ghasemi et al., 2023)

Debates about whether mismatch and/or cognitive conflict are the cause of differences in cognitive processing have not yet been resolved. However, this debate is orthogonal to the model proposed in this work. Indeed, MAD predicts that any type of inconsistency (evaluated as threatening) will have an impact on triggering doubt and thus favor deliberative reasoning.

Finally, the study by Alter et al. (2007) demonstrates that perceptual disfluencies can increase engagement in deliberation. Although these results have not been entirely confirmed by Thompson et al. (2013), the replication shows that good reasoners are indeed motivated to think more when exercises are presented with difficult-to-read fonts. The results not being perfectly clear, it is important to remain

cautious about conclusions. However, it is possible that perceptual phenomena altering the continuity of individuals' interaction with their environment could also be considered as cases of discontinuities.

In sum, any kind of situation evaluated as inconsistent stimulates our reasoning. The central idea is always the same: 1) an interaction with our environment is evaluated as going against our goals and 2) causes doubt, which 3) activates deliberation until doubt is eliminated.

### **The Novelty of MAD**

The introduction of the appraisal paradigm into the field of reasoning and dual-process psychology inevitably generates some theoretical tension with the dominant metacognitive framework. Although these two approaches are related to evaluative processes, they do not rest on the same fundamental postulates nor on the same field of application. This raises a central question: should metacognitive judgments be considered as a specific form of appraisal, or do they constitute a distinct category of evaluation?

In the framework proposed by Efklides (2008, 2011), metacognition refers to high-level processes involved in the control and regulation of cognitive activity. A central element of this framework consists of metacognitive experiences – subjective feelings such as confidence, difficulty or uncertainty felt during task performance. These experiences often have an affective component, and some of them, particularly those related to confidence or uncertainty, overlap with what are sometimes called "epistemic emotions" (Pekrun & Stephens, 2012).

In reality, evaluation (in the sense of the appraisal paradigm) and metacognition are both evaluative in nature and play an essential role in regulating cognition, affect and behavior. However, we suggest that the key distinction lies in their respective domain of evaluation: while metacognition focuses primarily on the subject's internal cognitive processes, appraisal theory encompasses a broader range of judgments, including both internal and external events, evaluated according to the subject's goals and needs.

While recognizing the interest of the metacognitive approach, we maintain that appraisal theory offers a more complete explanation of phenomena relevant to reasoning, and this for three main reasons. First, consider the conceptualization of the Feeling of Rightness. The latter would be generated from

cues, some of which are affective in nature. For example, a fluid intuition can produce a positive affect, which would then feed the feeling that the intuitive response is correct (Thompson et al., 2011). In this perspective, the FOR is posterior to the appraisal of fluency and the affective reaction that follows. The experience of fluency is itself evaluated as conforming to the individual's objectives, which triggers a positive affective signal, used to construct the FOR. Seen from this angle, the FOR model could lack explanatory economy: emotion being already present, the FOR does not seem relevant as the origin of motivation to deliberate.

Second, as we proposed previously, doubt can be understood as an epistemic emotion, according to the definition of Pekrun and Stephens (2012). Epistemic emotions are experienced in contexts related to knowledge, and are linked to epistemic concerns (Brun, Doğuoğlu, & Kuenzle, 2008; de Sousa, 2008; Morton, 2010). They include emotions such as curiosity and surprise (Izard, 1977), but also confusion (D'Mello & Graesser, 2012, 2014). They draw attention to critical aspects of information processing, such as novelty, gaps in prior knowledge, conflicts or divergences between existing cognitive schemas and new information, or interruptions in cognitive processing caused by these disagreements. In this sense, even if epistemic emotions are not by definition second-order cognitions, they present strong convergence with metacognitive feelings, and the nature of their relationship is still debated (Nerantzaki et al., 2021). It is likely that the doubt we theorize here is an epistemic emotion specific to situations of disfluency in the interaction that an individual has with their environment that prevents automatic processing, because it does not provide what they desire.

Third, we also know that individuals can be led to reason deliberately for a variety of reasons. For example, they can do so when they are simply invited to (Daniel & Klaczynski, 2006; Evans et al., 1994, 2010; Newstead et al., 1992; Vadeboncoeur & Markovits, 1999), when they know they will receive feedback on their responses (Ball, 2013; Gambetti et al., 2020), when they are in a group (Maciejovsky & Budescu, 2007; Mercier & Sperber, 2011; Moshman & Geil, 1998), when they must argue (Mercier, 2016; Mercier et al., 2016; Mercier & Claidière, 2021), confront others or express disagreement (Schulz-Hardt, Brodbeck, Mojzisch, Kerschreiter, & Frey, 2006), when they anticipate having to account for their decisions (Lerner & Tetlock, 1999), when they must justify their answer or when a monetary incentive is at stake (Isler et al., 2020; Isler & Yilmaz, 2023), or when they see images

illustrating the activity of thinking (like Rodin's *The Thinker*) or read words associated with analytical thinking (like "analyze," "reason," "reflect," etc.; Gervais & Norenzayan, 2012). In all these cases, it is the situation itself that is modified. The change in strategy should therefore result from a change in the evaluation of the situation. We do not deny that metacognition can play a role in these situations, but it is difficult to explain, within this framework alone, how it motivates the engagement of cognitive resources.

In sum, given the numerous empirical data highlighting emotional reactions during reasoning (De Neys et al., 2010; Morsanyi & Handley, 2012; Purcell et al., 2023; Thompson & Morsanyi, 2012; Trippas et al., 2016), we propose that the literature convincingly suggests that the trigger of deliberative reasoning is an emotion. We argue more specifically that this emotion is triggered by the evaluation of an incompatibility between the environment or task and the subject's objectives. This evaluation can then feed a metacognitive judgment. The novelty of this proposition unfolds in three points:

- Current reasoning models based on metacognition do not address the functional role of emotions, either by omitting them (for example, De Neys, 2022), or by treating them only as cues serving to construct the metacognitive judgment (for example, Thompson et al., 2011).
- Empirical data on emotional reactions during reasoning – particularly in situations favoring deliberative thinking – argue for the theoretical integration of an emotional response in the mechanism that triggers deliberation.
- Certain situations that trigger deliberation cannot be easily explained by the metacognitive theoretical framework. The inclusion in the model of an appraisal step of the situation allows explaining the triggering of deliberative reasoning in a greater variety of contexts.

## Annexe 3

### REASONING DOES HURT: DELIBERATION IS ASSOCIATED WITH HEIGHTENED LEVELS OF DOUBT

Cédric Cortial<sup>1,2</sup>, Jérôme Prado<sup>3</sup>, Serge Caparos<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Université Paris 8, DysCo lab, Saint-Denis, France

<sup>2</sup>Université Clermont-Auvergne, LAPSCO, Clermont-Ferrand, France.

<sup>3</sup>Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (CRNL), INSERM U1028 - CNRS  
UMR5292, Université de Lyon, Lyon, France.

<sup>4</sup>Institut Universitaire de France, Paris, France

#### Author Note

Cédric Cortial <https://orcid.org/0000-0002-8866-5183>

Jérôme Prado <https://orcid.org/0000-0003-3548-5610>

Serge Caparos <https://orcid.org/0000-0001-6922-4449>

PUBLISHED IN *THINKING AND REASONING*

<https://doi.org/10.1080/13546783.2025.2531067>



## 1. Introduction

A prominent theoretical framework in psychology suggests that human reasoning operates through two distinct systems: intuition and deliberation (Epstein, 1994; J. St. B. T. Evans, 2006; James, 1890a; Kahneman, 2003a; Sloman, 1996; Stanovich & West, 2000). Intuition represents a rapid and instinctive form of reasoning, whereas deliberation embodies a deep and analytical mode of reasoning, which requires substantial cognitive resources. While deliberation has traditionally been posited as a mechanism used to produce responses that are consistent with logico-mathematical principles, through the rectification of illogical heuristic-based intuitions, recent observations challenge this notion and suggest that intuitions can be logically sound (Bago & De Neys, 2019; Raelison et al., 2020; Thompson et al., 2018). Consequently, the prevailing model that often portrays intuitions as flawed, biased, or irrational may need reconsideration. Intuitions may serve as a proficient problem-solving tool (Gigerenzer et al., 1999) and, more importantly, they may follow logico-mathematical rules and be qualified as ‘fully rational’.

Despite this recent re-evaluation of the role of intuitions in human thinking (De Neys, 2022), it is clear that intuitive reasoning has limitations. For example, it may not be systematic (i.e., intuitions may not always come to mind), it may not be fast enough (and therefore seem uncertain), or it may not be unique (such that several intuitions associated with different responses compete with each other). In all these cases, intuitive reasoning appears to have failed, necessitating the intervention of deliberation (Ackerman & Thompson, 2017; De Neys & Pennycook, 2019).

However, in order to explain why people would use deliberation at all, models must explain why individuals frequently seek to avoid it (David et al., 2024; Stanovich, 2011). Although it may appear reasonable to conclude that a failure in problem-solving should prompt a shift in strategy, from intuition to deliberation, one may nevertheless wonder why a failure of intuition should bother us at all. We might be more efficient by simply taking the first intuition that comes to mind or choosing an intuition at random when several compete. Knowing that the logical validity of intuitions is not a reliable criterion for predicting which one an individual will choose (Frederick, 2005; Kahneman et al., 1982; Wason, 1968; Wason & Evans, 1974), we would save precious cognitive resources and react much more quickly to our environment. Arguably, a distal explanation for why we may call upon deliberation even if it is

costly lies in evolution. Not caring at all about our mistakes would make us very poor candidates for survival. However, the proximal explanation, namely, how this evolutionary advantage is instantiated in the organism, remains unexplained. While several models attempt to describe the mechanism underlying the switch from intuition to deliberation (De Neys, 2022; De Neys & Glumicic, 2008; Pennycook et al., 2015; Thompson et al., 2011), these models often fail to fully address the emotional component of the switch, an element that we believe is a fruitful and relevant way of addressing the problem of motivation to use an unpleasant and aversive process such as deliberation (David et al., 2024).

In fact, in order to explain why the organism would make use of deliberation despite its striving to avoid it as much as possible, we recently proposed that the trigger for deliberative reasoning originates in an emotional and embodied state of negative valence, reminiscent of the feelings of anxiety, surprise, or confusion (Cortial et al., *in review*). We called this emotional manifestation “doubt”, following the footsteps of pragmatist philosophers John Dewey and Charles S. Peirce (Dewey, 1910; Peirce, 1877). Doubt is a negative emotion caused by something appraised as a disruption of an individual’s automatic interaction with the environment. In the present paper, we use doubt as an umbrella term that encompasses a subset of related emotions which all share the same negative valence, originate from a discrepant or disturbed situation, and have been shown to promote deliberation (i.e., surprise has been shown to drive people to use more costly cognitive processes: Meyer et al., 1991; Muis et al., 2015; Pezzo, 2003; Topolinski & Strack, 2015; confusion promotes learning: Craig et al., 2004; D’Mello & Graesser, 2014; VanLehn et al., 2003; Vogl et al., 2019, 2020; and anxiety motivates deeper thinking: Vazard, 2021, 2022).

Our proposal is generally rooted in the Appraisal Theory of Emotion (Moors et al., 2013; Scherer & Moors, 2019). According to this theoretical framework, emotions arise from evaluating whether information or stimuli align with an individual’s goals. The more a new element contradicts one’s goals, the stronger and more negative the emotional response would be, and vice versa (Frijda, 1986; Lazarus et al., 1970; Moors & Fischer, 2019; Parkinson & Manstead, 1992; Reisenzein, 2001; Roseman, 1984; Smith, 1989; Smith & Lazarus, 1990). When intuition fails, it disrupts the fluidity of our interaction with the environment and this failure would trigger an emotional response, motivating us to take action in

order to restore coherence through deliberation. This view differs from other recent models that are rooted in a metacognitive framework, whereby poor intuitions would generate a low Feeling of Rightness (FOR; Thompson et al., 2011), a strong Feeling of Error (FOE; Fernandez Cruz et al., 2016; Gangemi et al., 2015), a strong Feeling of Wrongness (FOW; Ackerman & Thompson, 2017), or a strong Response Uncertainty (RU; De Neys, 2022). Indeed, those models typically do not conceptualize the trigger of deliberation as being emotional in nature<sup>6</sup>.

A key question, in our view, concerns the role of emotion in metacognitive experiences, such as the Feeling of Rightness (FOR). When situated within a metacognitive framework, the FOR is not itself an appraisal in the sense defined by the Appraisal Theory of Emotion, and cannot be equated to an emotional response. According to the Appraisal theory, when an organism appraises a situation—for example, as fluent or disfluent—this appraisal can elicit an emotional reaction. Metacognitive responses such as the FOR would emerge at a later stage, serving to interpret or regulate the motivational signal. In the case of reasoning, the negative affect triggered by weak intuitions may act as a cue to reconsider the situation and engage further cognitive resources.

In sum, our proposal is that a more comprehensive model of reasoning should position FOR or RU as a cognitive evaluation of intuitive failure, one that draws upon the emotional cue of doubt in order to initiate deliberative thinking. The present study aims to test the relevance of the Appraisal framework to the field of reasoning. It may allow us to explain why individuals engage in costly deliberative reasoning when intuitive reasoning has failed. In order to emulate situations where intuitive reasoning is suboptimal, it is possible to use reasoning problems that can elicit conflicting intuitions (De Neys et al., 2010; Sá et al., 1999). Consider, for example, the following problem: “All primates have legs. Humans have legs. Therefore, humans are primates”. Although at first glance the argument may seem logically sound, the conclusion “humans are primates” does not follow logically from the premises (i.e., primates are not the only species with legs, birds for example also have legs). It is a fallacious form of

---

<sup>6</sup> While the FOR model does consider an affective component (Thompson et al., 2011; Thompson & Morsanyi, 2012), it does not go beyond the idea that strong intuitions are associated with pleasantness (Ackerman & Thompson, 2017; Morsanyi & Handley, 2012; Thompson et al., 2011; Trippas et al., 2016) and it does not integrate the observation that physiological arousal is observed in situations of cognitive conflict during reasoning tasks (Purcell et al., 2023; De Neys et al., 2010).

logical reasoning known as affirmation of the consequent. Yet, reasoners may be inclined to endorse the conclusion because it is believable. In other words, there is conflict between the believability of the conclusion and the logical validity of the argument (Evans et al., 1983). Interestingly, reasoners who endorse the conclusion tend to report less confidence (or more uncertainty) in their answer in such problems than in problems where believability and logicity do not conflict. This suggests that the conflict has been detected (Bago & De Neys, 2019; Botvinick, 2007; De Neys, 2012; De Neys et al., 2008, 2010; De Neys & Glumicic, 2008; De Neys, 2022; De Neys & Pennycook, 2019; Pennycook et al., 2015). In this study, we test the hypothesis that the evaluation of the product of intuitive reasoning is not solely cognitive in nature and also relies on an emotional response. The negative nature of such response would explain our motivation to trigger deliberation, in order to eliminate the negative emotional state by resolving the failure of intuitive reasoning. In sum, the two hypotheses tested in the present work are that (1) intuition failures provoke not only a second-order cognitive judgment about confidence in the response, but also a broader appraisal leading to an emotional response, named doubt, and that (2) the presence of such negative emotion prompts reasoners to engage in deliberative reasoning.

In Experiment 1, we asked participants to evaluate the logical validity of syllogisms in which conclusions could be consistent or inconsistent with prior beliefs. Participants were required to respond under time pressure in order to promote the use of intuitive reasoning. We introduced a subjective measure of doubt and explored its association with participants' performance, as well as the association between doubt and state anxiety. In Experiment 2, we assessed whether doubt triggers deliberation by employing a two-response paradigm (Thompson et al., 2011). This allowed us to discriminate intuitive from deliberative responses. Participants first responded to a reasoning problem under time constraint (first "fast" response) to limit the involvement of deliberation. They then responded once again to the same problem with all the time necessary (second "slow" response), allowing them to use deliberation. We used three indices of deliberation: the number of times participants changed their response between the first and second presentation of the problem (Evans & Stanovich, 2013; Kahneman, 2011), the response time associated with the second response (longer RTs indicating a more likely involvement of deliberation; Thompson et al., 2011), and participants' self-report of whether or not they had engaged

in deliberation before giving their second response. Our hypotheses were that 1) conflict problems would generate more doubt than non-conflict problems, and that 2) there would be a positive relationship between doubt and deliberation.

## **2 Experiment 1**

### **2.1 Method**

#### **2.1.1. Pre-registration**

The study design, research question and analyses were preregistered on the Open Science Framework (<https://osf.io/v3pq5>)

#### 2.1.2. Participants

Participants were students from the University Clermont-Auvergne recruited by e-mail, using a mailing list covering the entire pool of students and employees of the university. A total of 620 French-speaking participants took part in the experiment. Education level was collected for all participants. A total of 46 people were excluded from the analyses because they failed the attention test that was embedded in the experiment (see below). Therefore, a sample of 574 participants were included in the analyses (390 women, mean age:  $M = 20.8$  years,  $SD = 5.09$ ). Most of them reported having completed secondary school ( $n=448$ ), while others reported having completed undergraduate education ( $n=99$ ), post-graduate education ( $n=25$ ), or only primary education ( $n=2$ ).

Given that we had never previously tested our measure of doubt before, we anticipated that the difference in doubt between conflict and no-conflict problems might be small (i.e., between  $d=0.10$  and  $d=0.20$ ). Power calculations performed with G\*Power (version 3.1.9.7) indicated that a minimum of 620 participants would be needed to detect an effect size of  $d=0.10$  with a power of 80% in a paired t-test ( $p = .05$ ). Therefore, we stopped collecting data when we reached that sample size.

#### 2.1.3 Materials

##### **2.1.3.1 Syllogisms**

Participants were asked to solve syllogisms that were built using categorical versions of two possible conditional inferences. The first was equivalent to the valid *Modus Ponens* (If P then Q, P is

true, therefore Q is true), and the second was equivalent to the invalid *Affirmation of the Consequent* (If P then Q, Q is true, therefore P is true).

Each problem comprised a major premise (e.g., "All vehicles have wheels."), a minor premise (e.g., "Boats are vehicles.") and a conclusion (e.g., "Therefore, Boats have wheels."). Participants were asked to assess whether the conclusion to each problem followed logically from the two premises (that they had to consider true regardless of their degree of belief in them). The following format was used for (1) valid problems of which the conclusion followed logically and (2) invalid problems of which the conclusion did not follow logically:

(1) All vehicles have wheels.

Boats are vehicles.

Therefore, boats have wheels.

Does the final statement follow logically from the first two?

(2) All felines can walk.

Cats can walk.

Therefore, cats are felines.

Does the final statement follow logically from the first two?

Twelve syllogisms were presented. They were taken from the work of Boissin et al. (2023) and translated into French (see full list of problems in supplemental materials). Half of the problems involved conflicts, where logical validity and believability did not align, while the other half were non-conflict problems, where logical validity and believability aligned (see Table 1).

**Table 1***Examples of problems*

	Believable	Unbelievable
Logical	All flowers need water.	<b>All vehicles have wheels.</b>
	Roses are flowers.	<b>Boats are vehicles.</b>
	Therefore, roses need water.	<b>Therefore, boats have wheels.</b>
Illogical	<b>All mammals can walk.</b>	All birds can fly.
	<b>Cows can walk.</b>	Planes can fly.
	<b>Therefore, cows are mammals.</b>	Therefore, planes are birds.

*Note: Conflict problems in bold.*

### 2.1.3.2. Doubt scale

After responding to each syllogism, the participants reported whether they had experienced doubt when solving the problem, by rating the following five statements: “I felt confused”, “I felt blocked”, “I felt the problem was pushing me to think harder”, “I felt doubt”, “I found the reflection unpleasant”, using a four-option Likert scale (i.e., “not at all”, “not really”, “quite so” and “completely”). Statements were chosen on the basis of the theoretical dimensions of the emotion of doubt. Accordingly, we aimed to assess an emotional appraisal that evaluates whether the experienced situation aligns with the individual's goals. To achieve this, we asked participants about feeling blocked (i.e., “I can't do what I want to do”) and the need for further thought (i.e., “I must change the situation”). Additionally, we incorporated an assessment of the perceived valence of the situation (i.e., “unpleasantness”) and of the subjective experience of the emotion, namely, “doubt” and “confusion”. The doubt scale showed good internal consistency (Cronbach  $\alpha = .88$ ). For each participant and each problem, we calculated a doubt score by averaging the scores to the five items and transforming it into a percentage (i.e., min=0, max=100). We then computed the mean doubt score for conflict problems and the mean score for non-conflict problems.

#### **2.1.4. Questionnaires**

At the end of the experiment, the participants completed an anxiety questionnaire, using a reduced 5-item version of the State-Trait Anxiety Inventory (STAI) measuring state anxiety (Zsido et al., 2020; Cronbach  $\alpha = .91$ ). Participants rated their agreement with five statements about how they felt ("upset," "scared," "nervous," "jittery," and "confused") again using a 4-option Likert scale for each item ("strongly disagree", "somewhat disagree", "somewhat agree", and "strongly agree"). For each participant, we computed an average state-anxiety score and transformed it into a percentage (Cronbach  $\alpha = .71$ ).

Participants also completed a reduced version of the Need For Cognition scale (NFC; Chiesi et al., 2018) which assesses participants' personal tendency to engage in and enjoy effortful cognitive activities, using a 10-item Likert scale with 5 response choices for each item ("Not at all", "A little", "Moderately", "Quite so", and "Completely"). Examples of items include: "I prefer complex to simple problems", "I like to have the responsibility of handling a situation that requires a lot of thinking" or "Thinking is not my idea of fun". Although Chiesi et al. (2018) reported a McDonald  $\omega$  ranging from .76 to .90, suggesting a very good consistency between items, in our study this scale appeared to show low consistency (Cronbach  $\alpha = .46$ ), which is why we decided not to report the findings linked to this scale here (analyses of the findings in relation with this scale can be found in the Experiment 1 analyses of the supplemental material.)

#### **2.1.5. Procedure**

The experiment was run online using the OpenSesame software (Mathôt et al., 2012) supported online by Jatos and hosted on the MindProbe server created by the European Society for Cognitive Psychology. Participants were informed that the study would last around 10 minutes. They were instructed to isolate themselves in a quiet, distraction-free environment. The instructions explained that the participants would have to assess whether reasoning problems were logically valid or not, under time pressure and using their intuition (see full description of instructions in supplemental material).

After having read the set of instructions, the participants were presented with a practice problem. They were then presented with the 12 test problems. The conflict and non-conflict problems were

presented in a pseudo-random order (see supplemental material). For each trial, the full problem content (consisting in two premises and one conclusion) and the two response choices (“logically valid” and “logically invalid”) were presented all at once. Participants had 10 seconds to respond after problem onset. Note that problem presentation time was selected following an informal pre-test, showing that 10 seconds was enough for participants to be able to read and respond to the problem. After 10 seconds had elapsed, the problem disappeared and was replaced by the 5-item doubt scale, whether an answer had been given or not. The participants could take all the time they needed to complete the doubt scale, after which another problem was presented. After the completion of 12 trials (each trial consisting of a problem followed by the doubt scale), an unexpected attention test was presented. Participants were asked to tick the 7<sup>th</sup> box in a 10-box panel. Participants were excluded from further analysis if they failed the attention test. Finally, after the attention test, the participants filled the NFC and State-Anxiety scales and answered a short socio-demographic questionnaire.

#### **2.1.6. Ethics**

The study was approved by the Ethics Committee of the University of Clermont-Auvergne (IRB00011540-2023-17).

#### **2.1.7. Data analysis**

The data were processed using Python and the Pandas library (code available on <https://osf.io/v3pq5>). For each participant, we computed the total number of logical responses (min=0, max=6) to both non-conflict and conflict problems. Each missing response was considered as a wrong answer. Given the low number of missing data (6.96%), removing trials in which there was a missing response from the calculation of error rates did not affect the results and did not change the conclusions of the study.

The distributions of all relevant scores (Number of logical responses; doubt score; State-Anxiety score) did not follow normal distributions. Therefore, we used non-parametric statistical tests wherever possible.

## 2.2. Results

In this section we begin by describing the results of the pre-registered analyses before moving to exploratory analyses.

### 2.2.1. Pre-registered Analyses

As expected, participants were overall very accurate when responding to non-conflict problems, with an average of 5.11 logical responses out of 6 ( $SD = 1.06$ ; see Table 2). This confirms that participants understood the task well. In contrast, participants were much less accurate on conflict problems, with an average of 1.38 logical responses out of 6 ( $SD = 1.45$ ). A Wilcoxon signed rank test comparing the number of logical responses in conflict and non-conflict problems showed a significant difference between the two conditions,  $W = 86, p < .001, r = 0.99$ . The effect size  $r$  in the Wilcoxon test measures the magnitude of the difference between two groups. It is used for nonparametric tests and is interpreted in the same way as the Pearson coefficient that is used for parametric tests (where  $r = .10$  is considered small,  $r = .30$  is considered medium and  $r > .50$  is considered large). One important hypothesis of this study was that participants would experience more doubt overall with conflict than with non-conflict problems. This was the case, as the mean level of doubt was significantly higher for conflict problems ( $M_{conflict} = 21.41, SD_{conflict} = 16.44$ ) than for non-conflict problems ( $M_{non-conflict} = 15.44, SD_{non-conflict} = 14.67$ ),  $W = 26795, p < .001, r = .63$ .

**Table 2**

*Means of doubt and Number of logical responses across both conflict conditions*

		Mean ( <i>SD</i> )
Number of logical responses	Conflict	1.38 ( <i>1.45</i> )
	Non-Conflict	5.11 ( <i>1.06</i> )
Doubt (%)	Conflict	21.41 ( <i>16.44</i> )
	Non-Conflict	15.44 ( <i>14.67</i> )

Additionally, a Spearman correlation test showed that the average level of doubt for conflict problem was positively related to the number of logical responses for these problems ( $\rho = .13, p = .002$ ;

see Table 3). To further examine this relationship, we conducted a series of generalized linear models (GLMs), the results of which are reported in the Experiment 1 analyses of the supplemental material. Finally, the mean level of doubt promoted by conflict problems was related to the level of state anxiety reported at the end of the experiment,  $\rho = .31, p < .001$ .

**Table 3**

*Spearman's correlation table between doubt, logical responses and state-anxiety scores in Experiment 1*

		Doubt		State-anxiety
		Non-conflict	Conflict	
State-anxiety		.35 ***	.33 ***	–
Number of logical responses	Non-conflict	-.29 **	–	-.11*
	Conflict	–	.11*	-.07

*Note.* \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

### 2.2.2. Exploratory Analyses

First, we focused solely on belief-driven responses (i.e., responses that were correct in non-conflict trials and incorrect in conflict trials). We tested whether people doubted more in the conflict than the non-conflict condition, despite having given the expected intuitive answer in both conditions. After excluding some participants from the analysis because they had no belief-driven response in one or both conditions, the analysis was conducted on a subset of  $N=539$  participants. As expected, doubt remained higher in conflict problems ( $M = 21.2, SD = 20$ ) than in non-conflict problems ( $M = 10.2, SD = 13.7$ ) in this subset of participants. A Wilcoxon rank-signed test showed that the difference was significant,  $W = 87336, p < .001, r = .74$ .

Although we did predict that there would be a relationship between the level of doubt and the number of logical responses, we did not make any specific prediction regarding the shape of this relationship. Here, we examined whether the observed relationship was linear or non-linear. We separated the participants into 7 groups (see Table 4), according to their number of logical responses in the conflict condition (min = 0, max = 6). A Kruskal-Wallis's ANOVA using group as an independent

variable showed that the average level of doubt in the conflict condition varied according to the participants' number of logical responses,  $\chi^2(6) = 14.8$ ,  $p = .021$ ,  $\varepsilon^2 = .026$ . A contrast analysis further showed that the latter relationship was best explained by a quadratic function,  $t(567) = -2.32$ ,  $p = .021$  (see Figure 1).

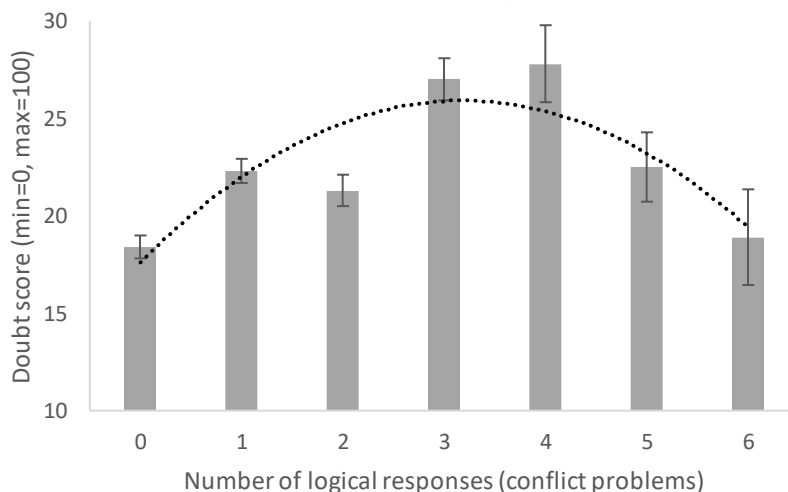
**Table 4**

*Number of participants in each accuracy groups*

Accuracy groups (number of logical responses in the conflict condition)	0	1	2	3	4	5	6
N	191	174	103	57	17	21	11
(%)	(33%)	(30%)	(18%)	(10%)	(3%)	(4%)	(2%)

**Figure 1**

*Level of doubt according to accuracy groups*



### 2.3. Discussion

The goal of Experiment 1 was to test the hypothesis that participants experience a negative emotion, doubt, when a reasoning problem generates a cognitive conflict, for example when prior beliefs conflict with logical validity (De Neys, 2012a, 2017; De Neys & Pennycook, 2019). To this aim, we used syllogisms in which the conclusion was either consistent or inconsistent with prior beliefs, and was either logical or illogical. We measured the level of doubt experienced after the presentation of each syllogism. In line with the literature, participants gave fewer logical responses to conflict problems than

to non-conflict ones, showing a belief bias effect when assessing the logical validity of a problem conclusion (J. St. B. T. Evans et al., 1983; J. St. B. T. Evans & Pollard, 1990). In addition, the level of doubt was higher for conflict problems than for non-conflict problems, and this was true even when focusing only on belief-driven responses. The latter finding is consistent with the idea that participants can detect (to some extent at least) when two conflicting intuitions emerge (one logical and one belief-based; De Neys, 2012; De Neys & Bonnefon, 2013), and this results in an increase in doubt. Interestingly, participants who gave either few or many logical responses experienced less doubt than participants in the medium range. It is possible that participants at both extremes felt a lower level of conflict between intuitions and could just rely on their strong (dominant) intuition (belief-based intuition for participants at the low end, and logical intuition for participants at the high end; Bago & De Neys, 2019; Raelison et al., 2020; Thompson et al., 2018). Conversely, participants who gave an intermediate number of logical responses (i.e., with a medium level of accuracy) possibly experienced a stronger conflict between belief-based and logical intuitions, and this may have resulted in a stronger feeling of doubt.

Experiment 1 also showed that participants who doubted more also reported higher levels of state anxiety at the end of the experiment, which confirms the negative valence of conflict detection (Cortial et al., 2025b). While we cannot conclude whether anxiety-prone people tend to doubt more or whether the experience of doubt leads to an increase in state anxiety, the present findings suggest that the two types of emotions overlap at least partially.

Finally, there was a negative relationship between (i) accuracy in the non-conflict condition and (ii) state anxiety and doubt. Although this relationship was not predicted, it suggests that the measure of doubt captures not only conflict detection but also other factors. For example, the measure of doubt may also reflect general stress that is unrelated to the problems themselves, but is linked to the reasoning situation. This in turn may reduce cognitive resources available for problem solving and generate some errors in the (easy) non-conflict condition (Moran, 2016).

In sum, Experiment 1 showed a link between cognitive conflict and doubt. Critically, our findings hinge on the assumption that intuitions were central to our task. This is why we limited response time to ten seconds, in order to promote intuitive reasoning. While this allotted time is relatively short,

it remains longer than in some previous studies (e.g., Boissin et al., 2023), making it possible that deliberation was involved to some extent. In Experiment 2, we decreased the allotted time even more, in order to further limit the involvement of deliberation during the production of the problem response. In addition, we gave participants the opportunity to give a second response to each problem, with no time constraint, which allowed us to test the hypothesis that deliberation is triggered in situations where an appraisal of cognitive conflict generates doubt. Specifically, this two-response procedure allowed us to examine the involvement of deliberation using three indices: the time it took to give the second response, the number of response changes (i.e., when participants gave a second response which was different from the first one), and participants' self-report of deliberation (SRD). We tested whether an increase in doubt is associated with an increase in deliberation.

Experiment 2 also allowed us to explore the idea that the strength of doubt affects the type of deliberation that is triggered (Cortial et al., 2025b). While weak doubt may simply trigger a rationalization strategy, which involves finding a justification to validate and reinforce a given intuition (also known as motivated reasoning; Evans, 1996; Kunda, 1990; Wason & Evans, 1974), stronger doubt may push reasoners to engage in a more costly strategy known as decoupling (Pennycook et al., 2015; Stanovich, 1999, 2004, 2009). Decoupling consists in finding a justification to confirm or disconfirm one's intuitions, for instance when two intuitions have equal strength. Specifically, we focused on the subset of trials where participants had reported deliberating, and compared response-change with no-response-change trials within this subset. We postulate that decoupling is more likely to lead to a response change, and should thus be associated with longer RTs (more effort) and stronger doubt, compared to rationalisation (absence of response change). Finally, in Experiment 2, we further explored the emotional nature of doubt by adding a subjective measure of arousal.

## **3 Experiment 2**

### **3.1 Method**

#### **3.1.1. Pre-registration**

The study design, research question and analyses were preregistered on the Open Science Framework (<https://osf.io/hdwpj>)

#### **3.1.2. Participants**

Participants were recruited through e-mails sent first to students from the University of Clermont-Auvergne (using a different mailing list than that used in Experiment 1) and then to students from the University of Paris 8 to complete the sample. Participants were also recruited through social networks. A total of 831 people participated, of whom 793 passed the attention test (528 women,  $M = 23.4$  years,  $SD = 6.9$ ) and were included in the analyses. Five reported having completed only primary school, 411 had completed secondary school, 192 had completed an undergraduate degree, and 185 had completed a postgraduate degree or higher. Due to changes in the display of the experiment compared with Experiment 1, we instructed the participants to complete the task on a computer and not on a mobile device.

Our preregistered goal was to reach at least 674 participants based on the effect sizes of the ANOVA between accuracy groups and doubt level observed in Experiment 1. Power calculations performed with G\*Power (version 3.1.9.7) indicated that a minimum of 674 participants would be needed to detect an effect size of  $\eta^2 = 0.02$ . with a power of 80% in a ANOVA F-test ( $p = 0.05$ ). Given that enrolment rate was slower than in Experiment 1, we had to revive participation by disseminating the experiment through another mailing list, leading the participant number to exceed that which was pre-registered.

#### **3.1.3. Materials**

##### **3.1.3.1 Syllogisms with two responses**

Experiment 2 was conducted online using the same tools as in Experiment 1 (i.e., online presentation using the OpenSesame software; Mathôt et al., 2012). We also used the same type of syllogisms as in Experiment 1 but with different contents, also coming from Boissin et al. (2023). In Experiment 1, argument content was not randomly assigned to conflict and non-conflict conditions, potentially confounding the conflict effect. To address this confound in Experiment 2, participants were randomly allocated to the first or second list, and problems, within the lists, were presented in a random order for each participant. Here is an example of the same syllogism in its conflict and non-conflict forms:

Non-Conflict (believable and logically valid):

All planets revolve around the sun.  
The Earth is a planet  
Therefore, the Earth revolves around the sun.

Conflict (believable and logically invalid):

All planets revolve around the sun.  
The Earth revolves around the sun.  
Therefore, the Earth is a planet

In Experiment 2, participants responded to each problem using a two-response procedure (Thompson et al., 2011). In each trial, they first provided a "fast" response (within 3 seconds after the presentation of the problem conclusion) followed by a second "slow" response (with no time limit). The time limit of 3 seconds was chosen based on studies indicating that it corresponded to the time it took to read the conclusion, move the mouse, and select an answer (Bago & De Neys, 2017; Raelison et al., 2020). This method allowed us to capture both an initial "intuitive" response and then a final "deliberate" one (Boissin et al., 2023). For each participant, we computed the number of correct responses (min=0, max=6) both for conflict and non-conflict problems, separately for time 1 (t1) and time 2 (t2) responses. We also measured response time for t2 responses, and number of response changes between t1 and t2

responses. The latter two indices were used to assess the involvement of deliberation (Bago & De Neys, 2017; Boissin et al., 2023; Thompson et al., 2011). Finally, we introduced a third self-report measure of deliberation, not previously employed in studies using the two-response paradigm. For each reasoning problem, after giving their second slow response, participants were asked whether (1) they had “given some thought before giving the second response”, or whether (2) they had “kept their initial answer without giving any more thought to the problem”. For each participant, we computed a self-report deliberation index (min=0, max=6) both for conflict and for non-conflict problems.

### **3.1.3.2 Doubt**

Given the strong internal consistency of the doubt scale in Experiment 1, we reduced the scale to three items, keeping one item for each dimension of doubt (appraisal, subjective experience and negative valence), using the same Likert scale with four options ("not at all", "not really", "quite so" or "completely"). The three items that we kept were “I felt blocked”, “I felt doubt”, and “I found the reflection unpleasant”. The doubt scale showed a good internal consistency ( $\alpha = .82$ ). For each participant and each problem, we calculated a doubt score by averaging the scores to the three items. For each participant, we computed the mean doubt score for conflict problems, and the mean doubt score for non-conflict problems, and transformed the two scores into percentages.

### **3.1.3.3 Arousal**

Participants reported how “they felt when solving the problem” using a Manikin arousal scale, from calm/serene to restless/awake/aroused (Bradley & Lang, 1994). For each participant, we computed the mean arousal score for conflict problems, and that for non-conflict problems, and transformed the two scores into percentages.

### **3.1.3.4 State-Trait Anxiety Inventory (STAI)**

At the end of the experiment, the participants completed a state-anxiety questionnaire, using the same reduced 5-item version of the State-Trait Anxiety Inventory (STAI; Zsido et al., 2020) as in Experiment 1.

### **3.1.4 Procedure**

Participants were instructed that the experiment would take between 10 and 15 minutes and would require their full attention. A general description of the task was presented at the beginning, informing participants that they would have to solve reasoning problems and provide two consecutive answers for each. They were informed that we were interested in the very first response that came to their mind. They were also instructed that after providing their initial response for each problem, they could reflect once more on the problem and take as much time as necessary to provide a second (final) response. In order to familiarize themselves with the two-response procedure, the participants solved a training problem under the conditions of the two-response procedure.

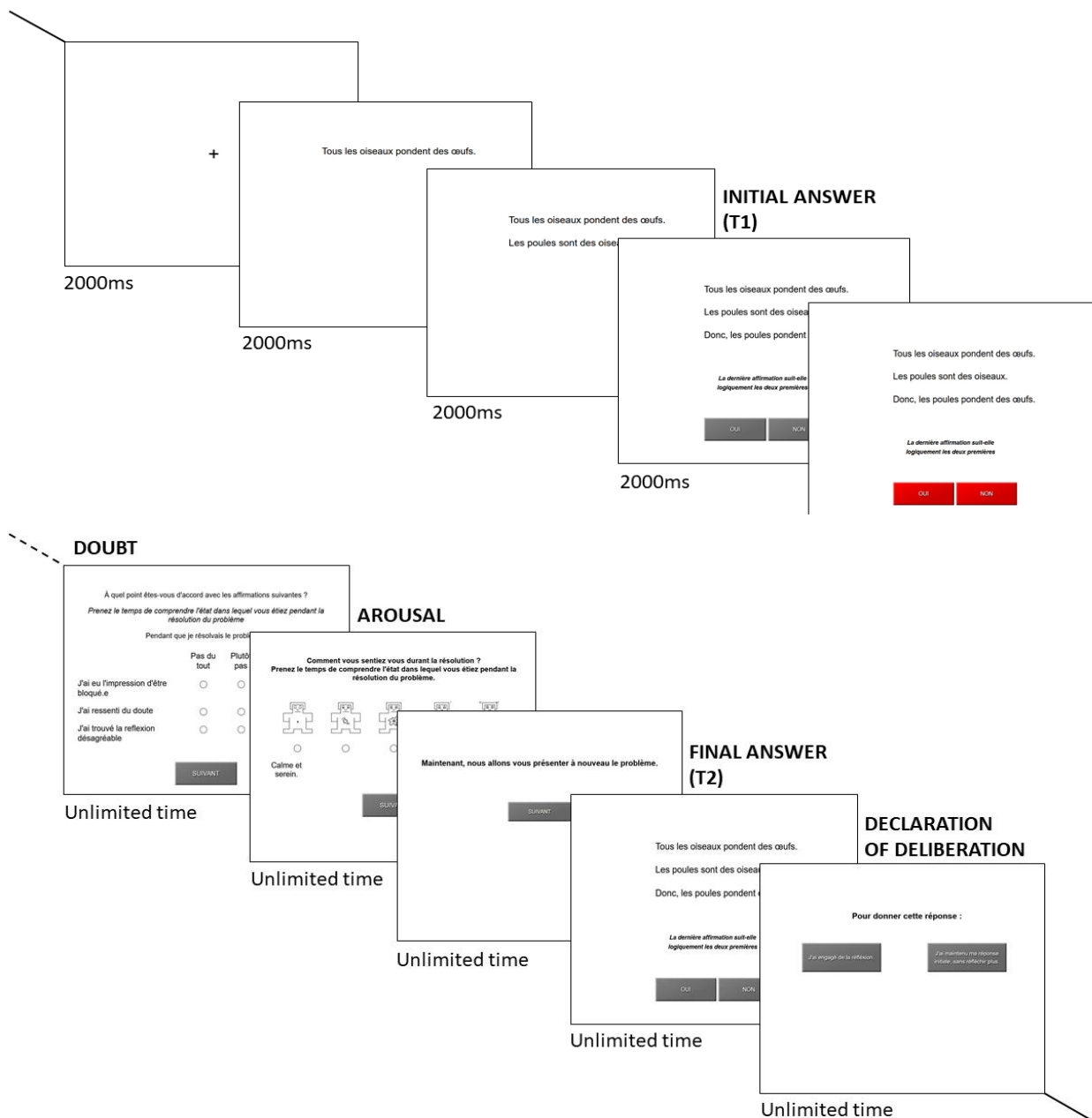
Figure 2 shows a typical trial. In Experiment 2, we adopted the presentation format of Bago and De Neys (2017). All trials began with the presentation of a fixation cross for 2000 ms, followed by the first sentence (the major premise, e.g., "All mammals can walk"), for 2000 ms, and then the second sentence (the minor premise, e.g., "Whales are mammals"), which was presented directly underneath the first premise for another 2000 ms. This was followed by the presentation of the conclusion, directly underneath the second premise, and by the question "Does the last statement logically follow from the first two?" with two response options (yes/no). At this stage, participants had 3000 ms to choose an answer (i.e., they had 7000 ms in total to read the entire problem and choose an answer; see Figure 2). The response buttons turned red 2000 ms after the conclusion appeared. This warned the participants that they only had a short time left to respond. Whether the participants had time to provide an answer or not, the problem disappeared and a doubt scale appeared. Finally, the same reasoning problem was presented again in full (all at once) and participants were asked to provide a final response, with no time limit. Following the second response, participants were asked to report whether they had used reflection to give their second response (see Figure 2).

As in Experiment 1, an attention test was randomly presented during the course of the experiment. Participants were asked to check the 6th box in a 10-box panel and to choose the "no" box from two choices (yes/no).

At the end of the study, the participants completed a 5-item scale measuring state anxiety and they provided their demographic information.

**Figure 2**

*Illustration of one test trial in Experiment 2*



### 3.1.5 Ethics

This experiment was approved by the Ethics Committee of the University of Clermont-Auvergne (IRB00011540-2023-17).

### 3.1.6. Data analyses

The data were processed using Python and the Pandas library. For each participant, we calculated the total number of logical t1 and t2 responses to non-conflict and to conflict problems (min=0, max=6, for each score). Given that the number of missing responses was low (4.97%), like in Experiment 1, both an absence of response and a non-logical response were considered an error (the conclusions were similar when using only non-logical responses as errors). Given that the distributions of relevant scores did not follow normal distributions, we used non-parametric statistical tests wherever possible.

## 3.2. Results

On average, participants took around 13 minutes to complete the experiment ( $M = 773$  seconds). We excluded the participants who took less than half this time or more than twice this time, under the assumption that these participants did not engage with the experiment. We analysed the data of the remaining 695 participants.

### 3.2.1. Pre-registered Analyses

#### 3.2.1.1. Conflict and doubt

As anticipated, the mean number of correct t1 responses was high for non-conflict problems ( $M_{non-conflict} = 4.43$  out of 6;  $SD_{non-conflict} = 1.62$ ) confirming that the participants understood the task. In contrast, the mean number of correct t1 responses was low for conflict problems ( $M_{conflict} = 1.13$  out of 6;  $SD_{conflict} = 1.39$ ). The difference was significant,  $W = 996$ ,  $p < .001$ ,  $r = .99$ . Although participants gave more accurate final (than initial) responses, the difference in accuracy between non-conflict and

conflict problems remained significant ( $M_{non-conflict} = 5.38$ ,  $SD_{non-conflict} = 0.9$ ;  $M_{conflict} = 2.23$ ,  $SD_{conflict} = 1.78$ ),  $W = 550$ ,  $p < .001$ ,  $r = .99$ . One of the key hypotheses of this study was that, after giving their initial “fast” answer, participants would experience greater levels of doubt on average in the context of conflict than in the absence of conflict. This was indeed the case ( $M_{conflict} = 15.1$ ,  $SD_{conflict} = 15.3$ ;  $M_{non-conflict} = 13.7$ ,  $SD_{non-conflict} = 13.8$ ),  $W = 93946$ ,  $p = .002$ ,  $r = .15$ . Subjective arousal was also higher in the context of conflict than in its absence,  $W = 85957$ ,  $p < .001$ ,  $r = 0.17$  (see table 5).

**Table 5**

*Mean and SD of accuracy (at t1 and t2), doubt, and arousal in response to conflict and non-conflict problems.*

Number of logical responses				Doubt		Arousal	
Initial response (t1)		Final response (t2)		Conflict	Non-conflict	Conflict	Non-conflict
Conflict	Non-Conflict	Conflict	Non-Conflict				
1.13 (1.39)	4.43 (1.62)	2.23 (1.78)	5.38 (0.90)	15.1 (15.3)	13.7 (13.8)	20.2 (19.3)	19.0 (18.3)

Spearman correlation analyses revealed that the level of doubt was related to the number of logical responses for conflict problems both at t1 ( $\rho = .17$ ) and at t2 ( $\rho = .23$ , see Table 6). We also found positive correlations between doubt, arousal, and level of state-anxiety (see Table 6). Furthermore, for the non-conflict problems, we found the same negative correlation as in Experiment 1 between the number of logical t1 responses and the level of doubt ( $\rho = -.16$ ,  $p < .001$ ). The interaction between doubt and conflict on accuracy at both T1 and T2 was further supported by GLM analyses, with full results reported in the Experiment 2 analyses of the Supplementary Materials. We also found a negative correlation between the number of logical t1 responses and the level of arousal ( $\rho = -.10$ ,  $p = .01$ ).

**Table 6***Correlation between accuracy measures and emotionals measures.*

	Doubt		Arousal	
	Conflict	Non-Conflict	Conflict	Non-Conflict
Arousal	.65***	.64***	-	-
State-Anxiety	.50***	.48***	.48***	.48***
Logical responses (t1)	.17***	-.16***	.15***	-.10***
Logical responses (t2)	.23***	-.05	.16***	-.04

*Note: The table presents Spearman's  $\rho$  correlation values; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$*

### 3.2.1.2. Conflict and deliberation

In Experiment 2, we introduced three indices in order to measure the involvement of deliberation: self-report of deliberation (SRD), change in response from t1 to t2 (RespChange), and response time (RT) for the t2 (final) response.

We observed positive relationships across all three measures of deliberation in conflict problems, suggesting that they all measured the same construct. We also found positive correlations between deliberation measures and logical responses for conflict problem, but negative ones for non-conflict problems (see Table 7).

**Table 7***Relationship between self-report of deliberation, t2 RT, and response change*

	SRD		RespChange		RT	
	Conflict	Non-Conflict	Conflict	Non-Conflict	Conflict	Non-Conflict
RespChange	.36***	.17***	-	-	-	-
t2 RT	.45***	.42***	.34***	.09*	-	-
Logical responses (t1)	.26***	-.09*	.12***	-.15***	.25***	-.11**
Logical responses (t2)	.41***	-.07	.40***	-.54***	.43***	-.02

*Note: The table presents Spearman's  $\rho$  correlation values; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$*

Participants reported having deliberated significantly more often for conflict than for non-conflict problems (see Table 8),  $W = 69963$ ,  $p < .001$ ,  $r = .31$ . They also changed their response more often from t1 to t2,  $W = 53308$ ,  $p < .001$ ,  $r = .51$ , and took longer to give their second response,  $W = 154235$ ,  $p < .001$ ,  $r = .27$  (see Table 8), with conflict than with non-conflict problems.

**Table 8**

*SRD, ChangeResp and RT means difference between conflict and non-conflict problems.*

	Conflict		Non-conflict	
	<i>M</i>	<i>(SD)</i>	<i>M</i>	<i>(SD)</i>
Self-report deliberation score (Min=0, max=6)	3.06	(1.99)	2.69	(2.01)
Response Change (frequency)	0.17	(0.21)	0.09	(0.14)
t2 RT (ms)	8220	(6000)	7230	(5772)

### 3.2.1.3. Doubt and deliberation

One of our key predictions is that doubt triggers deliberation. In order to test this hypothesis, we examined the relationships between the indices of doubt (doubt score, arousal score, and state-anxiety score) and the indices of deliberation (self-report of deliberation, response change from t1 to t2, and t2 RT). Note that we consider every response change as a marker of deliberation (even if the final answer is wrong, as it shows a reassessment of the initial intuition ; Bago & De Neys, 2017, 2019; Boissin et al., 2021, 2022, 2023). We found positive relationships between all these indices (see Table 9).

**Table 9**

*Relationships across emotional and deliberation indices.*

	Doubt		Arousal		State-anxiety	
	Conflict	Non-conflict	Conflict	Non-conflict	Conflict	Non-conflict
SRD	.34***	.34***	.24***	.25***	.13***	.12**
RespChange	.22***	.10***	.14***	.12**	.12**	.05
t2 RT	.35***	.34***	.32***	.31***	.20***	.17***

*Note: The table presents Spearman's  $\rho$  correlation values; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ . There is only one measure of state-anxiety per participant, we compare it to the conflict or non-conflict status of the deliberation measures (SRD, RespChange and t2 RT)*

To analyse the different patterns of responses, logical responses were coded as “1” and non-logical ones were coded as “0”, at each response stage (i.e., t1 and t2). This gave us four possible response patterns. “11” patterns correspond to trials where both the first (fast) response and the slow (second) response were correct (35% of all responses). “00” patterns correspond to trials where both responses were incorrect (54% of all responses). “01” patterns correspond to trials where the first response was incorrect and the second was correct (7% of all trials). Finally, “10” patterns correspond to trials where the first response was correct and the second incorrect (4% of all trials).

Kruskal-Wallis ANOVAs revealed that the reported levels of doubt and arousal, as well as t2 RTs, varied as a function of response patterns (see Table 10), respectively,  $\chi^2(3) = 167, p < .001, \epsilon^2 = .025$ ,  $\chi^2(3) = 85.2, p < .001, \epsilon^2 = .013$ , and  $\chi^2(3) = 270, p < .001, \epsilon^2 = .041$ . Furthermore, Mann-Whitney tests suggest the levels of doubt and arousal were higher, respectively  $U_{doubt} = 1.64^{e+6}, p < .001, r = 0.24$ , and  $U_{arousal} = 1.77^{e+6}, p < .001, r = 0.18$ , and RTs were slower,  $U_{RT} = 1.48^{e+6}, p < .001, r = 0.32$ , in patterns involving a response change (01 or 10 patterns) compared to patterns not involving a response change (11 or 00 patterns).

**Table 10**

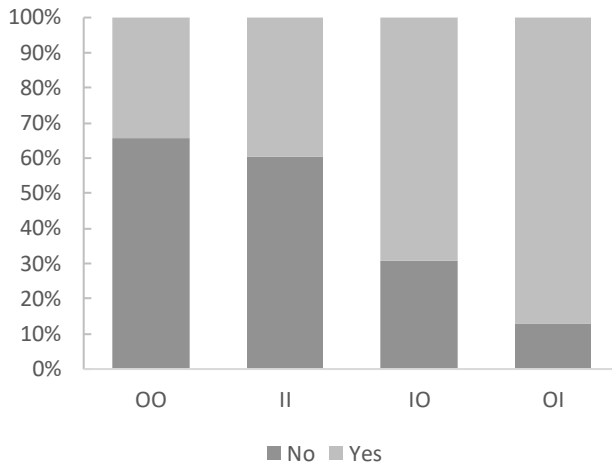
*Doubt and arousal mean across pattern groups*

	00		11		10		01	
	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)
Doubt (%)	9.5	(17.5)	11	(18.8)	20.8	(26.6)	21.9	(25.5)
Arousal (%)	16.3	(22.5)	17.25	(22.67)	26.0	(27.5)	24.75	(25.75)
RT (ms)	4918	(4113)	5494	(4363)	6691	(5256)	9026	(8639)

Finally, a  $\chi^2$  test revealed that the proportions of self-report deliberation varied as a function of response patterns (see Figure 3),  $\chi^2(3) = 532, p < .001$ .

**Figure 3**

*Distribution of self-report of deliberation answers according to response patterns*

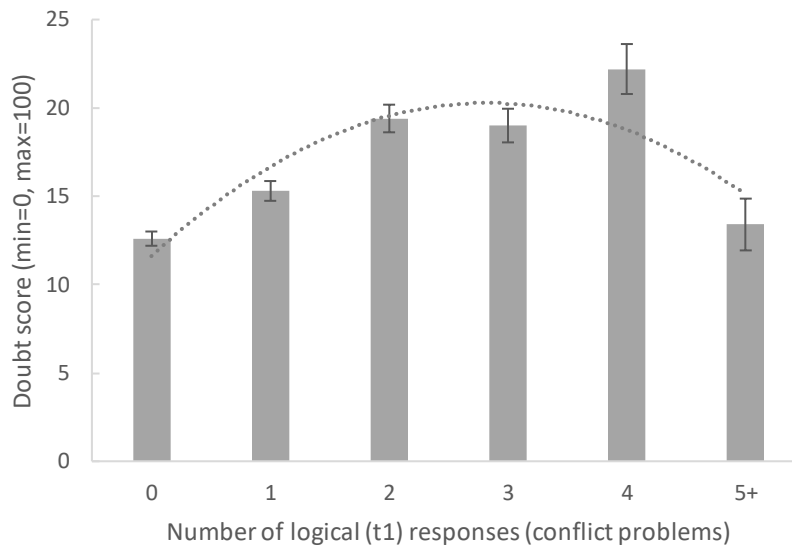


#### *3.2.1.4. Differences between reasoners*

Like in Experiment 1, we grouped participants as a function of their number of logical responses, using the first (fast) response. Given that there were only three participants who gave 6 logical responses, we grouped them together with the participants who gave five logical responses, leading to 6 groups in total (“0”, “1”, “2”, “3”, “4”, and “5+” logical responses). A Kruskal-Wallis ANOVA showed that the level of doubt varied as a function of group,  $\chi^2(5) = 28$ ,  $p < .001$ ,  $\varepsilon^2 = .04$ , and that the relationship was best explained by a quadratic trend, like in Experiment 1,  $t(689) = -3.28$ ,  $p = .001$  (see Figure 4).

**Figure 4**

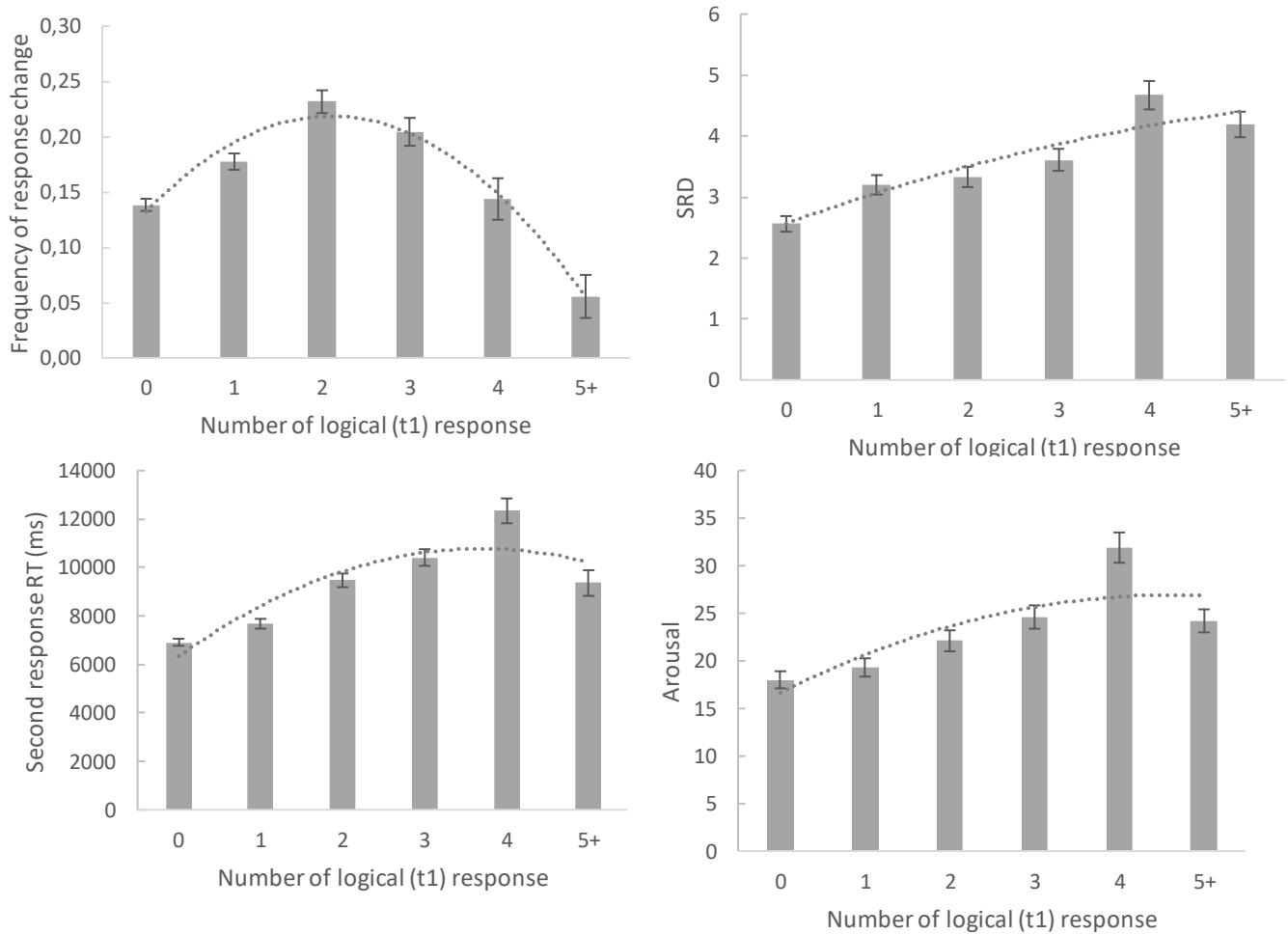
*Level of doubt according to the number of logical t1 responses in conflict condition*



Frequency of response change, and RTs for the second response, also varied as a function of group, respectively,  $\chi^2(5) = 33.9, p < .001, \varepsilon^2 = .050$  and  $\chi^2(5) = 49, p < .001, \varepsilon^2 = .071$ , with significant quadratic trends, respectively,  $t(689) = -2.42, p = .016$  and  $t(689) = -2.97, p = .003$  (see Figure 5).

**Figure 5**

*The change of response rates, RT, SRD and arousal according to the number of correct t1 responses in conflict condition*



Finally, self-reports of deliberation and arousal also varied across groups, respectively,  $\chi^2(5) = 52.3$ ,  $p < .001$ ,  $\varepsilon^2 = .075$  and  $\chi^2(5) = 19.7$ ,  $p = .001$ ,  $\varepsilon^2 = .028$ , but were qualified by linear trends, respectively,  $t(689) = 5.59$ ,  $p < .001$ , and  $t(689) = 3.15$ ,  $p = .002$  (see Figure 5).

### 3.2.2. Exploratory Analyses

#### 3.2.2.1 Subset of belief-driven t1 responses

Like in Experiment 1, we tested if the difference in levels of doubt across conflict and non-conflict problems remained significant when focusing only on belief-driven t1 responses (i.e., responses that were correct in non-conflict trials but incorrect in conflict trials). We excluded participants for whom the mean could not be calculated (because of an absence of belief-driven response) and focused on the subset of remaining participants ( $N = 677$ ). A Wilcoxon signed-rank test showed that even when focusing on belief-driven responses, participants reported more doubt in the conflict condition ( $M = 13.3$ ,  $SD = 13.6$ ) than in the non-conflict one ( $M = 9.01$ ,  $SD = 16.2$ ),  $W = 31325$ ,  $p < .001$ ,  $r = .42$ .

### 3.2.2.2 Subset of self-reported deliberative trials

Figure 5 shows that participants who reported having deliberated had not necessarily changed their response from t1 to t2. This might reflect the fact that deliberation can lead either to rationalization or decoupling of ones' responses. Within the subset of self-reported deliberative trials, we compared the trials with no response change ("00" and "11" response patterns grouped together) to those with response change ("01" and "10" response patterns grouped together), using Mann-Whitney t-tests. We found that RTs and levels of doubt were lower in no-response-change trials (respectively,  $M_{RT} = 9301\text{ms}$ ,  $SD_{RT} = 10600$ , and  $M_{doubt} = 16.8$ ,  $SD_{doubt} = 22$ ) than in response-change trials ( $M_{RT} = 14770\text{ms}$ ,  $SD_{RT} = 16903$ ;  $M_{doubt} = 24.7$ ,  $SD_{doubt} = 26.2$ ),  $U_{RT} = 722173$ ,  $p < .001$ ,  $r = .17$ ;  $U_{doubt} = 626550$ ,  $p < .001$ ,  $r = .28$ . This finding is consistent with the idea that, when participants reported that they reflected but did not change their mind, they may have been rationalizing (which involves lower levels of doubt and is faster). In contrast, when participants reported that they reflected and actually did change their mind, they may have been decoupling (which involves higher levels of doubt and is slower).

## 3.3. Discussion

Experiment 2 was designed with two objectives in mind. The first objective was to replicate the results of Experiment 1, which related cognitive conflict in deductive reasoning to doubt while suggesting a quadratic relationship between the level of doubt and the number of logical intuitive

responses. The second goal was to examine the purported association between doubt and deliberation, which we measured using three indices (t2 response time, response change, and self-reported deliberation).

Doubt manifested itself in both the cognitive measures (i.e., feeling blocked, experiencing doubt) and the affective measures (i.e., unpleasantness, arousal). It was stronger in conflict than non-conflict trials, even when focusing solely on trials where participants gave belief-driven responses. Finally, doubt was overall stronger in participants with medium levels of t1 accuracy on conflict trials than in participants with low or high levels of t1 accuracy. These findings all converge towards the following interpretation: (1) conflict problems can simultaneously generate heuristic-based (flawed) and logically-sound intuitions, (2) the intuitive conflict can be detected and this generates a negative-valence emotion, and (3) the strength of the conflict varies across participants, such that in some participants it is stronger than in others (i.e., the latter are participants with either a strong heuristic-based intuition or a strong logically-sound intuition, whereas the former are participants with two intuitions of equivalent strength; De Neys, 2012, 2017; De Neys & Pennycook, 2019).

With respect to the second aim of the study, we found positive correlations between doubt and the three measures of deliberation. In addition, the findings are consistent with the idea that stronger doubt is associated with a deeper and more costly type of deliberation (decoupling), whereas weaker doubt is associated with a weaker and less costly type of deliberation (rationalizing).

#### **4 General Discussion**

The present study examined two main hypotheses. First, we tested whether the emotion of doubt emerges when intuitive reasoning fails to produce a straightforward answer to a problem, specifically, when two contradicting intuitions emerge at the same time and come into conflict. Second, we explored whether this emotional experience drives deliberation. To this end, we contrasted the level of doubt experienced when solving easy deductive-reasoning problems (non-conflict problems, unlikely to produce conflicting intuitions) to that experienced when solving difficult problems, in which several contradicting intuitions can emerge (conflict problems; Experiments 1 and 2). We further assessed

whether the experience of doubt was associated with deliberation using a set of indices (Experiment 2). In both experiments, conflict problems generated a stronger emotional response (subjective doubt and subjective arousal) than non-conflict problems. In Experiment 2, all the measures of deliberation (reaction time, self-report of deliberation, and response changes in the two-response paradigm) were positively related with the emotional indices.

The association between conflict in deductive reasoning problems and emotion (i.e., subjective doubt and subjective arousal) is consistent with previous findings showing that discrepant, discontinuous or incoherent stimuli generate an emotional response (De Neys et al., 2010a; Hoshikawa & Yamamoto, 1997; Kuzinas et al., 2016; Morris et al., 2008; Purcell et al., 2023; Van Steenbergen & Band, 2013; Zander et al., 2017; Zhang et al., 2010). Moreover, the correlation between emotional response and deliberation is consistent with previous findings indicating that certain emotional states can facilitate a deliberative mode of reasoning. A substantial body of literature demonstrates that emotions such as surprise, confusion, or anxiety indeed leads to reflection (see Cortial et al., 2025a). All of these emotions share common traits of doubt, namely that they arise from a disrupted and non-fluid interaction between the organism and its environment and have a negative valence. The results of our study indeed indicate a relationship between doubt and anxiety. We argue that anxiety may represent a long-lasting form of doubt associated with a repeated exposure to ambiguous or problematic situations that cannot be satisfyingly solved through intuitive reasoning and that are susceptible to lead to a negative impact on the well-being of the organism (Miceli & Castelfranchi, 2005; Spielberger, 1966). Anxiety may thus emerge as a result of a prolonged state of doubt confirming the presence of a doubt-like affective element embedded into the reasoning process.

Although some models seem to have made reference to a “feeling” that would be associated with intuitions and that can prompt deliberation (Thompson et al., 2011; Thompson & Morsanyi, 2012), the remaining theoretical question is: What would be the exact role of emotion in FOR models? FOR, being a metacognitive experience, is built upon cues (Ackerman & Thompson, 2017; Efklides, 2001, 2006), one of which is the positive emotional valence arising from the fluency of strong intuition (Thompson & Morsanyi, 2012). Thus, if FOR is not an appraisal, there is no reason to view it as the motivation to deliberate, as emotional motivation already exists. An individual appraises non-fluent

intuition as negative, experiences a physiological reaction, and feels action tendencies, which sufficiently explains the motivation to use deliberation. FOR would then acts as a metacognitive judgment to assess and direct the necessary time and effort allocated to problem-solving (De Neys, 2022; Efklides, 2006; Touroutoglou & Efklides, 2010).

We believe that an important finding from this study is that the experience of doubt during problem-solving is not entirely caused by cognitive conflict or disfluent intuitions. Reasoning contexts are likely to lead to nervousness, desire to perform well, or fear of failure, which would explain why doubt was also experienced to some extent in non-conflict problems, and was negatively linked to non-conflict-problem accuracy. According to the appraisal framework, doubt arises from an individual's overall evaluation of goal-situation congruence rather than from cognitive conflict alone. While conflict was used to induce doubt experimentally, some participants may have suspected a trick, leading them to overthink and give the wrong answer in non-conflict trials.

The capacity to elicit intuition is intrinsically dependent on the prior knowledge of individuals, also named Mindware (Raoelison et al., 2020; Stanovich, 2018; Thompson et al., 2018). The literature provides compelling evidence of substantial individual differences in this regard (de Chantal et al., 2020; Frey et al., 2018; Stanovich & West, 2000). It is also well established that a form of affective mindware plays a crucial role in reasoning. Individuals who have engaged in reasoning exercises related to traumatic events they have experienced—such as war or sexual violence—demonstrate enhanced reasoning abilities concerning these specific issues, as these contexts hold particular relevance for them (Blanchette et al., 2007; Blanchette & Caparos, 2013, 2016). The importance of individual differences is well accounted for by the Appraisal framework, explaining why some people may have found non-conflict problems puzzling and doubtful in the present studies (Moors & Fischer, 2019; Scherer & Moors, 2019; Silvia et al., 2009).

Our findings showed that poorer performance does not mean that people did not deliberate; in fact, the opposite was sometimes true. Doubt motivated people to mobilize cognitive resources to deliberate, but this was beneficial only for conflict problems. For non-conflict problems, doubt led individuals to question their intuition, but looking for a trap where there is not one will mechanically lower the level of accuracy.

In light of the present results, we propose that 1) a negative emotional response delineates the mechanistic processes involved in reasoning, 2) the intuition-to-deliberation switch mechanism is triggered by a general appraisal of a situation and 3) metacognitive experiences such as Feeling of Rightness or Response Uncertainty may not motivate to deliberate per se, but allow individuals to tailor the time and effort required by the task.

To be clear about the novelty of our proposition, we argue that distinguishing between uncertainty—conceptualised as a cognitive judgment of a lack of information—and doubt—conceptualised as a negative emotional response to a perceived incongruence in the organism–environment interaction—would be theoretically valuable but methodologically challenging. Doubt emerges from an appraisal process and thus incorporates elements of uncertainty, making a complete separation between uncertainty and doubt difficult. Although physiological measures such as pupillometry (Purcell et al., 2023) and electrodermal activity (De Neys et al., 2010) offer promising avenues, even with such tools, isolating the cognitive component (uncertainty) from the emotional component (doubt) is difficult, as the latter is predicated on the presence of the former. The present work captured the emotional dimension using a self-report tool comparable to previous measures (e.g., Feeling of Rightness, Thompson et al., 2011; or Response Uncertainty, De Neys, 2022), but with a specific emphasis on emotion. Our findings indicate that self-reported doubt and confusion—which can be taken as indices of uncertainty—are associated with unpleasantness and state anxiety. Importantly, these results support the relevance of using an appraisal-based framework over a purely metacognitive one, as they can account for both the cognitive and the affective dimensions of the monitoring of intuitions. Future research should aim to confirm that high RU or low FOR scores (employing the same measures as used in prior work) are associated with negative emotion.

A last point that we will discuss is the finding that the participants who experienced the lowest level of doubt overall were those who were either in the lower or in the higher range of accuracy. In contrast, participants in the mid-range experienced higher levels of doubt. These findings are consistent with current dual-process models, in that the most and least accurate reasoners are likely not to have experienced much conflict when solving conflicting problems because the strength of one intuition (either the belief-driven or the logical one) would have greatly exceeded the strength of the other. In

contrast, mid-range accuracy may reflect stronger conflict between belief-driven and logical intuitions (Bago & De Neys, 2017, 2019; De Neys, 2012; Raelison et al., 2020, 2021; Thompson et al., 2018). In addition, our results show that the ‘number of logical responses’ is not an optimal measure of the use of deliberation, and they add to the literature which challenges the notion that deliberation solely serves a corrective function when intuition "goes wrong" (De Neys, 2022). Deliberation appears to be relevant mostly in situations where intuition does not generate a straightforward response.

Our data are also consistent with the idea that the level of doubt is related to the depth of deliberation. Accordingly, weak doubt may be related to more superficial strategies of deliberation such as rationalization, which aims at confirming why one’s intuition is an appropriate response to a given problem. In contrast, strong doubt may be related to a deeper and more analytical form of deliberation, decoupling, which aims at challenging, and possibly disconfirming, an intuition. Although tentative, this interpretation of the present data is consistent with current models (Pennycook et al., 2015). It is also consistent with the idea that deliberation is not a unique process but may instead encompass several alternative mechanisms, such as rationalization and decoupling.

In this vein, the present model of aversive doubt (Cortial et al., 2025a) posits that, beyond cognitive abilities and mindware, an individual’s capacity for emotional regulation—along with their distinctive way of experiencing emotions to varying degrees— may significantly influence their engagement in deliberation. Specifically, individuals who are prone to feeling overwhelmed by negative emotions, or who exhibit a marked intolerance towards them, are likely to experience doubt differently and/or to react to doubt differently. This variation in emotional processing is expected to have direct consequences on the reliance on deliberation.

We now raise a few limitations of the present work. First, we defined and measured doubt using only self-reports. Nevertheless, we note that our findings about participants' emotional state in situations of cognitive conflict are consistent with physiological findings observed elsewhere (De Neys et al., 2010; Purcell et al., 2023). Second, further studies may explore the source of doubt. While in the present study the impact of complex deductive-reasoning problems on doubt may be (in part) attributable to the conflict between logicity and believability, it may also be linked to a more general appraisal of the situation. Third, we emphasize our awareness of the limitations of our measure of doubt. This is one

reason why the measurement changes from Experiment 1 to Experiment 2. While this measure allows us to establish that an emotional phenomenon is clearly involved in the transition from intuition to deliberation, we do not claim to have fully captured this phenomenon through our doubt scale. We therefore encourage future studies to refine and improve this measurement.

Another limitation of our study, and of previous studies using similar paradigms, is that we cannot ascertain that we have successfully isolated intuition from deliberation. However, even if deliberation was involved to some extent in the first “fast” answer, this would not invalidate the fact that doubt was found to be intimately linked to deliberation. A final limitation is that we limited the study to deductive-reasoning syllogisms. The results of the present study would have to be generalized to other instances of complex/conflict reasoning problems. Examples of such problems include base-rate neglect problems (Tversky & Kahneman, 1974) and bat-and-ball problems (Frederick, 2005). Other studies have demonstrated that these types of problems also result in reduced confidence in responses. It is thus likely that the findings of this study would extend to other types of reasoning problems (Bago & De Neys, 2017; Białek & De Neys, 2016; De Neys et al., 2008; Thompson & Johnson, 2014).

In sum, the present findings substantiate the notion that an emotional state of doubt is associated with intuitive failure and the trigger of deliberation. Doubt is characterized by two distinct attributes: a negative valence and an origin embedded in the appraising of a discontinuous or incoherent situation, such as in cognitive conflict. We propose that conflict situations may elicit doubt, which itself prompts deliberation. The role of deliberation would be to lift the negative emotional state of doubt. The present findings place an emotional response at the center of the process involved in the switch from intuition to deliberation, and thereby at the heart of dual-process models of reasoning. Our goal is not to reduce the entire question of the triggering of deliberation to a matter of emotional response, but rather to propose that the Appraisal framework should be fully integrated to the field of human reasoning.

#### **Disclosure statement**

No potential conflict of interest was reported by the authors.

**Funding**

No funding.

**Data availability statement**

Raw data of both studies can be downloaded from our OSF page (<https://osf.io/cyuvd>)

## Annexe 4

### THE IMPACT OF FROWNING AND DOUBT ON DEDUCTIVE REASONING

Cédric Cortial<sup>1,2</sup>, Jérôme Prado<sup>3</sup>, Serge Caparos<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>University Paris 8, DysCo, Saint-Denis, France.

<sup>2</sup>University Clermont-Auvergne, LAPSCO, Clermont-Ferrand, France.

<sup>3</sup>Lyon Neuroscience Research Center (CRNL), INSERM U1028 - CNRS UMR5292,  
University of Lyon, Lyon, France.

<sup>4</sup>Institut Universitaire de France, Paris, France

#### Author Note

Cédric Cortial <https://orcid.org/0000-0002-8866-5183>

Jérôme Prado <https://orcid.org/0000-0003-3548-5610>

Serge Caparos <https://orcid.org/0000-0001-6922-4449>

IN REVIEW IN *MOTIVATION AND EMOTION*



## 1. Introduction

Human reasoning is believed to involve two distinct cognitive mechanisms: intuition and deliberation. While deliberation is a conscious, controlled process requiring deep, analytical thinking that is both mentally demanding and resource-intensive, intuition operates automatically and relies on effortless cognitive processes (Epstein, 1994; J. St. B. T. Evans, 2006; James, 1890a; Kahneman, 2003a; Sloman, 1996; Stanovich & West, 2000). Given that deliberation is both effortful and unpleasant (David et al., 2024; Stanovich, 2018), a central challenge in reasoning theories is to explain what triggers the activation of such tiresome and uneconomical process. The present study explored the idea that a negative emotional experience, doubt, is at the heart of the switch from intuition to deliberation.

Current models of reasoning propose that deliberation is activated when the organism detects a failure of intuition (J. St. B. T. Evans & Stanovich, 2013; Kahneman, 2011). A particular type of failure occurs when multiple conflicting intuitions arise simultaneously and form what has been named a “cognitive conflict”. A large body of evidence shows that cognitive conflict often leads to the activation of deliberative reasoning (De Neys et al., 2010a; De Neys, 2012a, 2014; De Neys & Pennycook, 2019), and these findings imply that cognitive conflict can be detected through a monitoring system.

This monitoring system has been suggested to consist in second-order metacognitive judgments regarding the quality of intuitions. Thompson et al. (2011), for example, have described a metacognitive experience called “Feeling of Rightness” (FOR). FOR would result from a self-assessment of one’s confidence in an answer’s rightness. Fluent, familiar and non-conflictual intuitions would generate a strong FOR, meaning that deliberation is unnecessary (Thompson et al., 2018; Thompson, Turner, et al., 2013; Thompson & Johnson, 2014). Conversely, a weak FOR means that deliberation has to be activated to resolve the problem at hand. Other labels have been used to describe the monitoring system, such as “Feeling of Error” (FOE; Ackerman & Thompson, 2017; Fernandez Cruz et al., 2016; Gangemi et al., 2015), “Feeling of Wrongness” (FOW; (Ackerman & Thompson, 2017) or “Response Uncertainty” (RU; De Neys, 2022).

Irrespective of the label used, FOR, FOE, FOW or RU have all been conceptualised as processes that are primarily cognitive in nature (i.e., quantitative appraisals of intuitions’ strength) and they all rely on a metacognitive framework. However, such framework leaves insufficiently explained the issue

of motivation. Specifically, when an intuition is assessed as uncertain or weak, why would one be motivated to engage in costly deliberation? Why not simply settle for the suboptimal intuition? Presumably, a distal explanation lies in evolution: not caring about our mistakes would make us very vulnerable. However, the proximal explanation remains insufficiently explained. We propose that the answer lies in a model that incorporates emotion within the reasoning process. More specifically, the Appraisal Theory of Emotion may be particularly relevant to dual-process reasoning models. According to this theory, affective reactions stem from an evaluation of the congruency between the situation and the individual goals, which then generates physiological responses, action tendencies, and motor expressions that motivate action (Moors et al., 2013; Scherer & Moors, 2019). The motivation for deliberation may thus arise from a negative emotion triggered by the appraisal of a situation where individuals' goals diverge from situational offerings. Such emotion, which can be named doubt (Cortial et al., 2025a, 2025b; Dewey, 1910), is inherently unpleasant and one is motivated to deliberate in order to suppress it. Metacognitive experiences, such as FOR, FOE, FOW, or RU, being theorized as relying on affective cues to construct themselves (Thompson et al., 2011; Thompson & Morsanyi, 2012), would subsequently guide the efforts required to resolve the problem created by the unpleasant feeling of doubt.

We have previously argued that doubt can be characterised by three important features: uncertainty, unpleasantness, and the feeling of being blocked (Cortial et al., 2025b). First, uncertainty is a central feature of doubt, which emerges in situations of perplexity, confusion or unsureness. Interestingly, the labels used in several reasoning models (Response Uncertainty, De Neys, 2022; Feeling of Error, Ackerman & Thompson, 2017; Fernandez Cruz et al., 2016; Gangemi et al., 2015; or Feeling of Rightness, Thompson et al., 2011) explicitly refer to this notion of uncertainty. This feeling of uncertainty is not only related to the problem itself, but can also come from personal features, such as personality traits or the mindware of individuals (Berenbaum et al., 2008; Fergus & Rowatt, 2014; Šrol & De Neys, 2021). Second, the unpleasant dimension of doubt is linked to the fact that a weak intuition should be appraised as “threatening” and elicit a negatively valenced emotion. Accordingly, while fluent and familiar intuitions are linked to positive affect (Morsanyi & Handley, 2012; Thompson, 2009; Thompson et al., 2011; Thompson & Morsanyi, 2012; Trippas et al., 2016; Zizak & Reber, 2004), the cognitive system appraises cognitive disfluency as a harmful phenomenon (Dreisbach & Fischer, 2012,

2015; Proulx et al., 2012). People prefer predictability over uncertainty (Gawronski & Strack, 2012; Mendes et al., 2007; Proulx et al., 2012) and discontinuity is unpleasant (Hajcak, 2012; Hajcak & Foti, 2008; Topolinski et al., 2009). Finally, and related to the first and second points, doubt emerges when there is a gap between what an individual wants and what is available in their environment (i.e., situations of blockage), which is supported by appraisal theories of emotion (Moors et al., 2017; Moors & Fischer, 2019).

In sum, we hypothesize that weak intuitions generate an unpleasant state of uncertainty and cognitive blockage, which we name ‘doubt’. The objective of the present study was to provide empirical support for this hypothesis. Our first aim was to replicate findings from a previous study showing that cognitive conflict in reasoning problems (De Neys & Pennycook, 2019) generates doubt, and that such negative emotion is associated with an increase in deliberation.

The second aim of the study was to further examine the link between doubt and reasoning through an experimental manipulation of doubt, using frowning. Specifically, the facial feedback hypothesis postulates that people's facial expression can impact their subjective emotional state (see Coles et al., 2019, for a meta-analysis). Accordingly, the action of frowning should increase the subjective experience of doubt. This idea is substantiated by findings showing that frowning (and the activation of the corrugator's muscle) is related to experiences of uncertainty (Bitti et al., 2014), low confidence (Stepper & Strack, 1993), disfluency (Cacioppo et al., 1986; Pope & Smith, 1994; Scherer & Ellgring, 2007; Smith, 1989), and cognitive conflict (Berger et al., 2020; Lindström et al., 2013). Frowning is also associated with mental effort and concentration (Stepper & Strack, 1993; Tourangeau & Ellsworth, 1979). We thus predicted that asking participants to frown should increase their subjective experience of doubt. We then explored whether the frowning-related increase in doubt would result in an increase in deliberation. While a seminal study has shown that participants provided more logical responses to reasoning problems when frowning (compared to a puffy cheeks control condition; Alter et al., 2007), subsequent investigations have failed to replicate this effect (Thompson, Turner, et al., 2013).

Methodological problems may be at the root of the heterogeneity in findings. On the one hand, Alter et al.'s study (2007) used accuracy as a measure of deliberation. However, given that intuition can also lead to logical and unbiased answers, an increase in accuracy may not necessarily reflect an increase

in deliberation (Alter et al., 2013; De Neys, 2012a, 2023; De Neys & Pennycook, 2019). In addition, while the effect of facial feedback is robust, it has a small effect size (Coles et al., 2019). The study of Thompson et al. (2013) may have lacked power to detect an effect ( $N = 72$  participants).

First, we manipulated the presence of conflict between the logicity and the believability of conclusions in deductive reasoning problems (conflict variable: conflict vs. no conflict). We also manipulated frowning, by asking participants to frown in some trials and not frown in others (frowning variable: frown vs. no frown). Both variables were manipulated using a within-participant design. We used a two-response paradigm in order to dissociate intuitive from deliberative reasoning (Thompson et al., 2011). We expected an interaction between the frown and conflict variables such that frowning would boost the experience of doubt caused by conflict problems, thus acting as an emotional enhancer. We further expected that levels of deliberation would be related to doubt, such that deliberation would be stronger when doubt is higher, and thus strongest in the conflict-frown condition. Finally, we expected the overall experience of doubt to be related to state anxiety at the end of the study, thereby confirming the negative valence of doubt.

## 2. Method

### 2.1. Pre-registration

The study design, research question and analyses were preregistered on the Open Science Framework (<https://osf.io/fgnqe>).

### 2.2. Participants

French-speaking participants were recruited from a mailing list that encompassed the entire student and employee population of the University Clermont-Auvergne (France). A previous similar experiment (Cortial et al., 2025b) allowed us to expect a low effect size for the impact of cognitive conflict on doubt, namely,  $d = 0.14$ . A Jpower (Jamovi module) analysis indicated that a sample of at least 439 participants would allow us to detect an effect (with probability greater than .90) assuming a one-sided criterion for detection that allows for a maximum Type I error rate of  $\alpha = .05$ .

Given difficulties recruiting participants, we stopped recruitment after reaching the sample of 432 participants, which was close to the targeted sample size. Eighteen participants were excluded from the analyses due to their failure to pass the attention test incorporated into the experiment. The final sample size for analysis thus comprised 414 participants (296 women, mean age:  $M = 22.3$  years,  $SD = 6.33$ ). The majority of participants reported having completed secondary education ( $n = 294$ ), while others reported having completed undergraduate education ( $n = 56$ ), postgraduate education ( $n = 62$ ), or only primary education ( $n = 2$ ).

## 2.3. Materials

### 2.3.1 Syllogisms

The experiment was run online. Participants were asked to determine the logical validity of syllogisms, which were constructed using categorical versions of two potential conditional inferences: the first being equivalent to the logically valid *Modus Ponens* (If P then Q, P is true, therefore Q is true), and the second being equivalent to the logically invalid *Affirmation of the Consequent* (If P then Q, Q is true, therefore P is true).

Each problem in the study comprised a major premise, a minor premise, and a conclusion. For example: "All birds can fly. Penguins are birds. Therefore, penguins can fly." For half the problems, the conclusion's logical validity conflicted with its believability, resulting in what was termed "conflict problems." Some problems could be logical, but have an unbelievable conclusion like "Computers are mammals", or they could be illogical, but have a believable conclusion. In the other half of problems, the conclusion's validity did not conflict with its believability, resulting in "non-conflict problems".

Each participant was presented with twelve syllogisms, derived from the work of Boissin et al. (2023) and translated into French.

### 2.3.2. Doubt scale

Following each response to a given problem, the participants were asked to indicate whether they had experienced doubt while solving the problem. They were provided with a four-option Likert scale (i.e., "not at all," "not really," "quite so," and "completely") to rate the following three

statements: "I felt blocked", "I felt doubt", and "I found the reflection unpleasant." These statements encompass the cognitive appraisal component, the subjective manifestation of doubt, and its negative valence. The scale demonstrated satisfactory internal consistency, with a Cronbach's alpha value of .84. We computed the mean levels of doubt for each conflict condition and each participant.

### 2.3.3. Arousal

Following the doubt scale, for each problem, participants indicated how aroused they felt "when solving the problem", using a SAM-Manikin arousal scale (from "calm/serene" to "restless/awake/aroused"; Bradley & Lang, 1994).

### 2.3.4. State-Trait Anxiety Inventory

At the conclusion of the experiment, the participants completed a state anxiety questionnaire. This questionnaire was a reduced 5-item version of the state subscale of the State-Trait Anxiety Inventory (STAI), (Zsido et al., 2020; Cronbach  $\alpha = .91$  in the latter study). Participants were asked to indicate their level of agreement with five statements describing their emotional state (e.g., "I feel nervous" or "I feel confused") using a 4-option Likert scale (i.e., "strongly disagree," "somewhat disagree," "somewhat agree," and "strongly agree"). The average state-anxiety score for each participant was calculated, and it was subsequently converted into a percentage (Cronbach  $\alpha = .71$  in our study).

## 2.4. Procedure

Prior to starting the experiment, participants received a comprehensive explanation of the process. They were advised that the task would require approximately 15 minutes of their undivided attention and that it had to be completed on a computer, and not a mobile device. Initially, a general task overview was provided, instructing participants to evaluate whether a conclusion logically followed (or not) from two premises, setting aside personal beliefs.

Participants were informed that each problem would appear twice, requiring two responses: one based on their immediate intuition, and another after thoughtful reflection. During the first presentation, participants were instructed to respond quickly with the first judgment that comes to mind. Upon the

second presentation, they were given unlimited time to reconsider and possibly revise their initial answer. A practice problem was used to familiarize the participants with this dual-response method.

The experimental structure mirrored the paradigm introduced by Bago and De Neys (2017). Each trial began with a fixation cross displayed for 2,000 milliseconds, followed by the major premise shown alone for another 2,000 milliseconds. The minor premise then appeared below the major premise and remained on the screen for an additional 2,000 milliseconds. Subsequently, the conclusion was displayed beneath the minor premise, accompanied by the question: “Does the last statement logically follow from the first two?” with response options “yes” or “no.”

Participants had 3,000 milliseconds to provide their intuitive (t1) response, totalling 7,000 milliseconds from the trial's start. To emphasize the time constraint, response buttons turned red 2,000 milliseconds after the conclusion appeared, indicating that only 1,000 milliseconds remained. Irrespective of whether a response had been given within the time constraint, the trial continued with the doubt and arousal scales. The complete reasoning problem was then presented again, allowing participants to provide a final judgment (t2 response) without any time constraint. Finally, given that deliberation is expected to be a costly cognitive process, we asked participants to indicate whether they had “made an effort to think” after each t2 response. Participants selected one of the following two options: 1) I made an effort to think further (scored “1”), or 2) I did not make an effort to think further (scored “0”).

Both the accuracy of initial (t1) and final (t2) responses were recorded. We computed the number of logical responses, for both conflict and non-conflict problems. Response times were measured only for t2 responses, as initial responses were collected under time pressure and thus excluded from reaction time analyses. We used three measures as indices of deliberative reasoning. First, we examined response times to provide the second (presumably deliberative) response (t2 RT). Longer t2 RTs indicate a more likely usage of deliberative thinking (De Neys, 2006). Second, we examined the number of response changes between the first (t1) and second (t2) response. A change in response is likely to indicate that participants had re-evaluated their initial response, possibly through deliberative processes (note: even when a response change goes from logical at t1 to non-logical at t2, this could indicate a response re-evaluation and therefore the usage of deliberative reasoning). Finally, we

examined the number of “I made an effort to think further” responses, which reflect a Feeling of Cognitive Effort (FCE) in both conflict and non-conflict problems.

The 12 problems were divided into two blocks. In one block, participants were explicitly instructed to frown, with the instruction accompanied by a picture of someone frowning. In the other block, no specific request was made. It is important to note that frowning was requested only during the problem-solving part of each trial (and not during the questionnaire parts). The order of the blocks was randomized, such that half of the participants frowned during the resolution of the first six problems and relaxed for the remaining six, and vice versa for the other half of the participants.

An attention test was randomly presented during the course of the experiment, where participants had to check the sixth box of a 10-box panel and to choose the "no" box from two choices (yes/no). At the end of the study, the participants completed the state anxiety subscale of the STAI.

## 2.5. Analysis

Analyses of the data were conducted using the `gamlj` package implemented in Jamovi. Number of logical t1 and t2 responses, number of response changes and number of “I made an effort to think further” responses were analysed using Logistic Mixed Models. RT, doubt levels and arousal levels were analysed using Linear Mixed Models. All full models included in their fixed effects an intercept, a main effect of Conflict (i.e., Conflict versus non-conflict) and a main effect of Frown (i.e., Frown versus No Frown), as well as the interactions between these factors. All models had maximal random effects structure, with by-subject random intercepts and slopes for Conflict and Frown and their interaction (Dean & Nielsen, 2007; Stroup et al., 2024).

Finally, we also performed Pearson correlations on the mean scores calculated for each participant and each condition.

## 2.6. Ethics

Participants gave an informed consent to participate before beginning the experiment, and they were informed that participation was anonymous. Given that participation was voluntary and performed online, the participants could interrupt their participation at any moment if they wished to do so, with

no consequence. The experiment was approved by the Ethics Committee of the University of Clermont-Auvergne (IRB00011540-2023-17).

### 3. Results

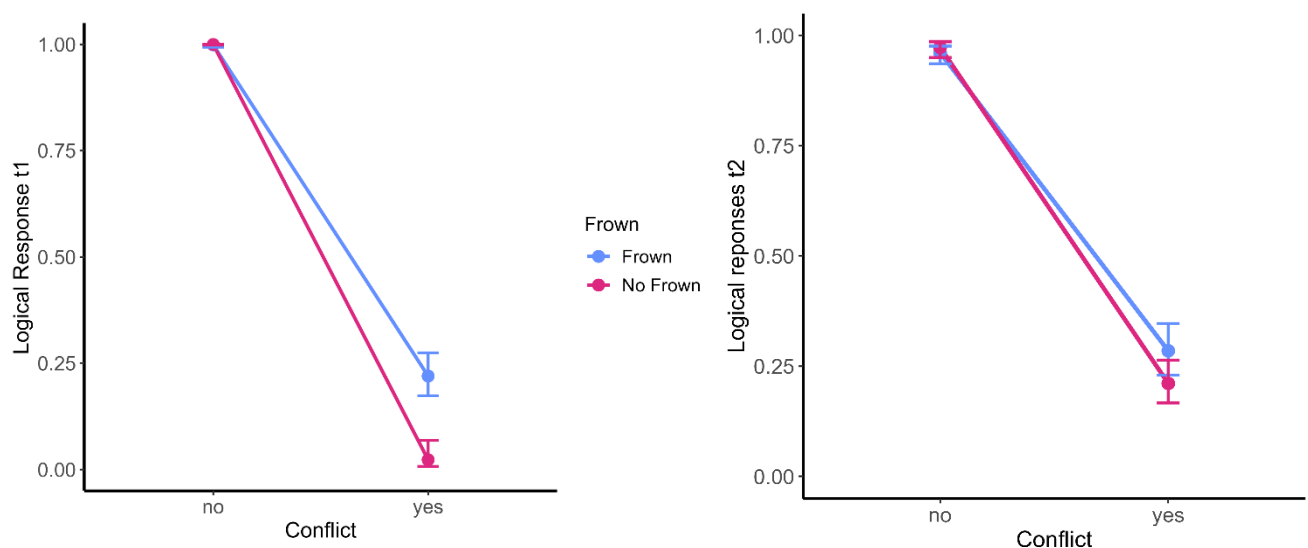
#### 3.1. Impact of Conflict and Frowning on logical responses

On average, participants reached a number of logical t1 responses significantly higher for non-conflict problems ( $M_{non-conflict} = 4.45$  out of 6;  $SD = 1.68$ ) than for conflict problems ( $M_{conflict} = 1.14$  out of 6;  $SD = 1.55$ ),  $\beta = -9.908$ ,  $SE = 0.669$ ,  $\chi^2(1) = 219.04$ ,  $p < .001$ . Although final responses (t2) were overall more accurate than initial responses ( $M_{non-conflict} = 5.26$ ,  $SD = 1.01$ , vs.  $M_{conflict} = 2.23$ ,  $SD = 1.78$ ), the accuracy gap between non-conflict and conflict problems remained large,  $\beta = -4.511$ ,  $SE = 0.239$ ,  $\chi^2(1) = 355.3$ ,  $p < .001$ .

Our analysis revealed no effect of frowning on t1 accuracy,  $\beta = -0.58$ ,  $SE = 0.651$ ,  $\chi^2(1) = 0.796$ ,  $p = .37$ , nor on t2 accuracy,  $\chi^2(1) = 0.01$ ,  $p = .92$ . However, the interaction between Conflict and Frown was significant for t1,  $\beta = -3.801$ ,  $SE = 1.343$ ,  $\chi^2(1) = 8.013$ ,  $p = .005$ , and there was a trend for t2,  $\beta = -0.796$ ,  $SE = 0.451$ ,  $\chi^2(1) = 2.88$ ,  $p = .09$ . Frowning tended to increase the number of logical responses in conflict problem (see Figure 1).

**Figure 1**

*Interaction Between frown and conflict on Logical response at t1 and t2*

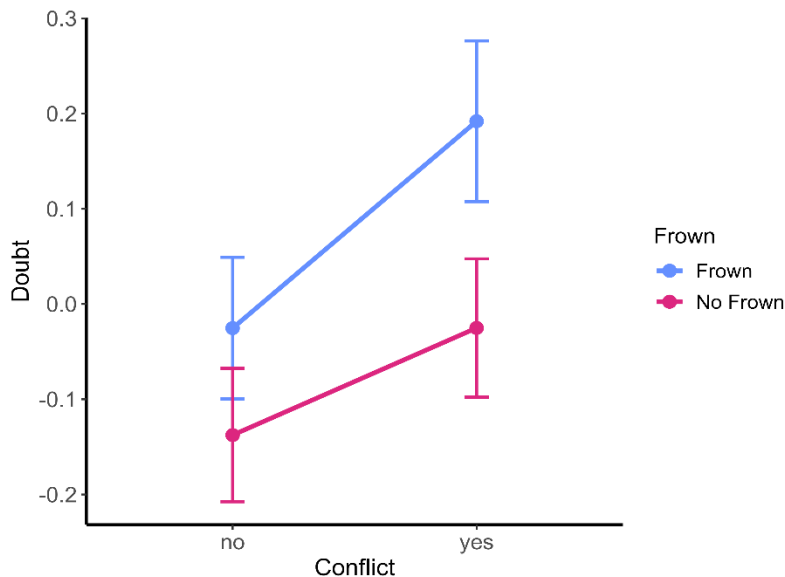


### 3.2. Impact of Conflict and Frowning on doubt

Doubt was significantly higher in conflict problems ( $M = 0.41$ ,  $SD = 0.34$ ) than in non-conflict problems ( $M = 0.33$ ,  $SD = 0.31$ ),  $\beta = 0.356$ ,  $SE = 0.047$ ,  $F(1,1519) = 57.11$ ,  $p < .001$ . There was also a significant main effect of Frowning on doubt,  $\beta = -0.356$ ,  $SE = 0.0661$ ,  $F(1,414) = 29.01$ ,  $p < .001$ , and an interaction between Frowning and Conflict,  $\beta = -0.227$ ,  $SE = 0.0988$ ,  $F(1,417) = 5.26$ ,  $p = .022$  (see Figure 2), such that frowning boosted the impact of conflict on doubt.

**Figure 2**

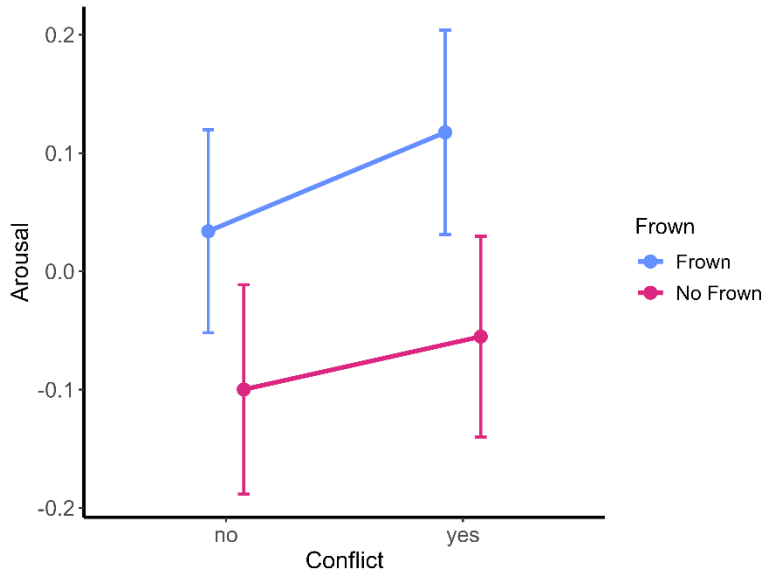
*Impact of Conflict and Frowning manipulations on level of doubt*



Arousal levels were also significantly higher in the conflict condition ( $M = 2.01$ ,  $SD = 1.09$ ) than in the non-conflict condition ( $M = 1.93$ ,  $SD = 1.07$ ),  $\beta = 0.069$ ,  $SE = 0.019$ ,  $F(1,416) = 102.64$ ,  $p = .001$ . Additionally, there was a main effect of frowning, with higher levels of arousal in the frowning ( $M = 2.05$ ,  $SD = 1.08$ ) than in the non-frowning condition ( $M = 1.89$ ,  $SD = 1.08$ ),  $\beta = -0.165$ ,  $SE = 0.0328$ ,  $F(1,405) = 25.29$ ,  $p < .001$  (see figure 3).

**Figure 3**

*Impact of Conflict and Frowning manipulations on level of arousal*



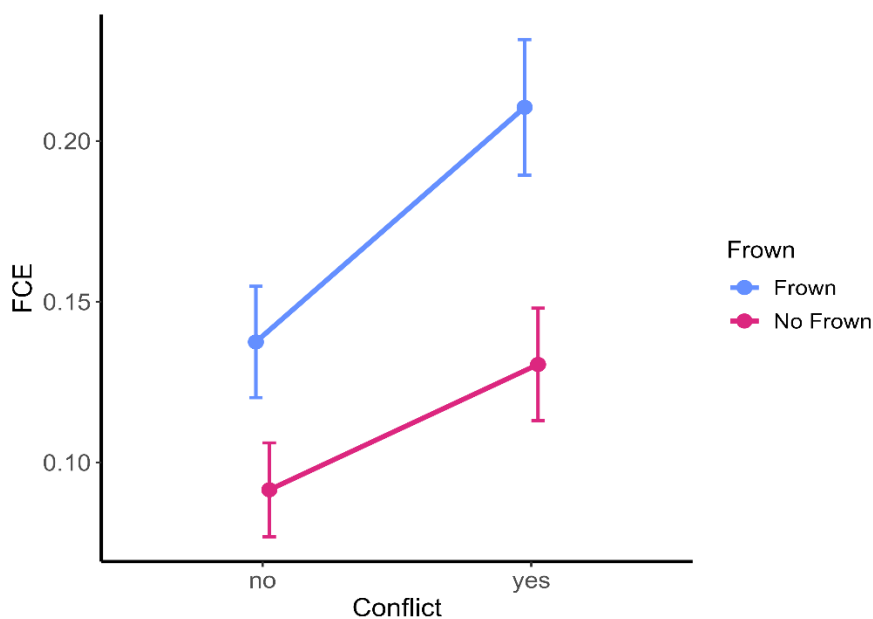
### 3.3. Impact of Conflict and Frowning on deliberation

We observed a significant effect of Conflict on Response Change,  $\beta = 51.825$ ,  $SE = 0.58$ ,  $\chi^2(1) = 9.873$ ,  $p = .002$  (see Table 1). However, the models did not demonstrate a main effect of Frowning,  $\chi^2(1) = 0.014$ ,  $p = 0.91$ , nor an interaction between Conflict and Frowning,  $\chi^2(1) = 0.013$ ,  $p = 0.91$ . Similar results were found for the t2 RT measure, whereby there was a main effect of Conflict,  $\beta = 0.1005$ ,  $SE = 0.199$ ,  $F(1,414) = 25.51$ ,  $p < .001$  (see Table 1), but no main effect of Frowning,  $F(1, 415) = 2.34$ ,  $p = .13$ , and no interaction effect,  $F(1, 415) = 1.36$ ,  $p = .24$ .

Finally, the analyses revealed both an effect of Conflict on FCE,  $\beta = 0.456$ ,  $SE = 0.135$ ,  $\chi^2(1) = 11.48$ ,  $p < .001$ , and an effect of Frowning,  $\beta = -0.517$ ,  $SE = 0.141$ ,  $\chi^2(1) = 13.524$ ,  $p < .001$  (see Figure 4). However, there was no significant interaction,  $\chi^2(1) = 0.189$ ,  $p = .66$  (see Figure 4).

**Table 1***ChangeResp and RT means difference across conflict and frown conditions.*

	Conflict		Non-Conflict	
	Frown	No Frown	Frown	No Frown
Response Change (freq)	0.12 (0.32)	0.13 (0.34)	0.06 (0.25)	0.07 (0.25)
t2 RT (ms)	7117 (7588)	7280 (7990)	6176 (5437)	6177 (4481)

**Figure 4***Impact of Conflict and Frowning manipulations on Feeling of effort*

### 3.4. Relationship between emotional measures and deliberation

We examined whether the emotional responses (measured using doubt, arousal and state-anxiety scales) were related with the various deliberation metrics: FCE, t2 RTs, and frequency of response changes from t1 to t2. We also tested whether the number of logical responses at t1 (AccT1) and t2 (AccT2) were related to the other measures, using Pearson's correlations. The analyses revealed positive associations between the three emotional measures (see Table 2). The analyses also showed positive relationships between the deliberation indices, especially in conflict trials. Finally, there were positive relationships between emotional and deliberation indices, though no significant link was observed between doubt and number of response changes (see Table 2). Finally, we note that, while doubt was

positively related with conflict logical responses, it was negatively related with non-conflict logical responses.

**Table 2**  
*General correlation table*

		Conflict	Non-Conflict
<b>Doubt</b>			
	Anxiety	.51***	.45***
	FCE	.48***	.41***
	RespChange	.08	.04
	t2 RT	.16**	.20***
	AccT1	.12*	-.18***
	AccT2	.19***	-.05
<b>Anxiety</b>			
	FCE	.34***	.26***
	RespChange	.13**	.06
	t2 RT	.16**	.17***
	AccT1	-.02	.01
	AccT2	.03	.04
<b>FCE</b>			
	RespChange	.24***	.14*
	t2 RT	.32***	.32***
	AccT1	.24***	-.03
	AccT2	.32***	-.04
<b>RespChange</b>			
	t2 RT	.26***	-.02
	AccT1	.09	.05
	AccT2	.27***	-.56***
<b>t2 RT</b>			
	AccT1	.15***	-.06
	AccT2	.29***	.07
<b>AccT1</b>			
	AccT2	.79***	.24***

*Note: The table presents Pearson's r correlation values; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .*

#### 4. Discussion

In the present study, we aimed to replicate previous results showing that a negative emotion arises when intuitive reasoning fails to provide a straightforward answer to a problem, specifically when two intuitions can emerge simultaneously and come into conflict (Cortial et al, *in review b*). We examined whether the level of doubt was related with the engagement in deliberation. Finally, in line with the facial feedback hypothesis (Coles et al., 2019), we investigated whether asking participants to frown would increase the experience of doubt and, consequently, whether this would increase the level of deliberation.

First, the results show that conflict problems generate a stronger experience of doubt than non-conflict problems. In addition, they showed that two measures of deliberation (t2 reactions times and Feeling of Cognitive Effort) were positively related to doubt. We note that the doubt scores were strongly related to arousal and state anxiety, confirming that conflict in deductive reasoning problems triggers a negative emotion. Finally, scores of state anxiety were related to all three indices of deliberation, which gives further support to the idea that deliberation is generally unpleasant and linked to a negative emotional state (David et al., 2024). Our study replicates previous results (Cortial et al., 2025b) and align with findings on reasoning, where conflict has been linked to emotional measures and, more precisely, physiological measures such as pupil dilation (Purcell et al., 2023) and electrodermal activity (De Neys et al., 2010a).

Another important finding of this study was that, consistent with the facial feedback hypothesis (Coles et al., 2019), frowning boosted the emotional experience of doubt in relation to cognitive conflict. This boost was observed in both doubt and arousal scores. Mimicking the physical characteristics of doubt led to an increase in the subjective experience of that emotion. There was also some evidence that the boost in doubt was followed by an increase in deliberation. Specifically, the “Feeling of Cognitive Effort” (FCE) was larger in the frowning than in the non-frowning condition. However, the other two indices of deliberation (t2 RTs et response changes) were not impacted by the frowning manipulation. Also, the impact of frowning on FCE did not vary significantly across conflict conditions, suggesting that the impact of frowning may have been somewhat orthogonal to that of conflict. Given that FCE was

the only measure of deliberation that was impacted by frowning, we remain careful in our interpretation that frowning successfully increased the use of deliberative reasoning. However, we note that our results offer a conceptual replication of Alter et al. (2007). Like them, we observed an increase in the number of logical responses when participants frowned, especially in the conflict condition. Although this effect was observed for both t1 (intuitive) and t2 (deliberate) responses; it was even stronger for t1 responses. We believe that this result clarifies the heterogeneous results between the study of Alter et al. (2007) and of Thompson et al. (2013). Indeed, although we observed an increase in performance associated with frowning, as noted by Alter et al. (2007), our study suggests that this effect may be partly explained by increased deliberative reasoning (Alter et al., 2013). However, it is unlikely to be the sole cause, as argued by Thompson et al. (2013), especially since the greatest improvement occurred at the first stage (T1), where deliberation is less likely to have played a significant role. Other factors may have been at play, for instance task engagement.

One account for the present results is that frowning did not only increase doubt resulting from the task at hand, but instead may have generated a diffuse, incidental emotional experience. Accordingly, a distinction has been made between incidental emotions (“feelings at the time of decision not normatively relevant for deciding, e.g., fear about giving a speech when deciding between investments”; Lerner et al., 2015, p. 803) and integral emotions (“emotions arising from the judgment or choice at hand”; Lerner et al., 2015, p. 802). Integral emotions are known to be of great importance for decision-making and logical reasoning (Damasio, 1994). Incidental emotions, on the other hand, modify decisions more orthogonally, possibly through carryover effects (Blanchette, 2006; Blanchette & Richards, 2010; Bodenhausen, 1993; G. Loewenstein & Lerner, 2003).

In this respect, frown-induced feelings of doubt may have been linked to a vague feeling of uncertainty. The incidental emotion, which was not directly linked to the problem itself, may have generated an increase in general task-engagement and/or a general increase in distrust towards one’s intuitions (leading to choose the “other answer” due to an increased “doubting mood”). This idea would explain why participants who doubt more are less accurate at t1 non-conflict problems. Being in a “doubting mood” and searching for a trap in a simple (non-conflict) problem will mechanically lower the number of correct answers. Incidental and integral doubt may both increase the willingness to engage

in deliberation. However, because incidental doubt is more vague and does not stem directly from the problem itself—as integral doubt does—it likely has a weaker capacity to mobilize straightforward deliberative cognitive effort. In sum, by creating doubt, frowning motivates to engage in a deeper treatment of problems and, if the context allows it, to mobilize deliberative reasoning (Alter, 2013; Alter et al., 2013).

The positive relationship between state anxiety and measures of deliberation further supports the idea that doubt is at the heart of deliberative thinking. Although it is well established that anxiety decreases cognitive abilities by polluting working memory (Ashcraft & Kirk, 2001; Blanchette & Caparos, 2016; Channon & Baker, 1994; Darke, 1988; Derakshan & Eysenck, 1998; Kensinger & Corkin, 2003; Moran, 2016), our results show that state anxiety also promotes deliberation. In this regard, anxiety cannot be considered solely as an obstruction to cognitive functioning (Blanchette, 2014; Blanchette & Caparos, 2013; Fernando et al., 2016; MacKuen et al., 2010; Valentino et al., 2008).

We will now raise some limitations of the present work. First, the increase in doubt linked to frowning did not result in an increase in  $t_2$  RTs and response changes (the two other indices of deliberation used in this study). This may be explained by the fact that we used a within-participant design. While such design increases the power to detect an effect, it may have caused carry-over effects, making it harder to detect a link between frowning, doubt and deliberation. Second, since this study was performed online, we cannot ascertain that people consistently frowned when asked to do so. However, the finding of an impact of frowning on doubt and arousal provides indirect evidence that the instructions were generally followed by the participants. Another limitation of our study is that the control condition consisted in “not frowning” and did not include any alternative action (such as Puffy cheeks; Alter et al., 2007; Thompson et al., 2013). However, we note that our results are coherent with those of previous studies, so this limitation is arguably not a major issue. Finally, the problems we used were limited to deductive-reasoning syllogisms. The results will have to be generalized to other instances of complex/conflict reasoning problems (Tversky & Kahneman, 1974; Frederick, 2005). Other studies have demonstrated that these types of problems also result in reduced confidence in responses. It is thus likely that the findings of this study would extend to other types of reasoning problems (Bago & De Neys, 2017; Białek & De Neys, 2016; De Neys et al., 2008; Thompson & Johnson, 2014).

In sum, frowning may be the source of two distinct types of emotional reactions. First, an incidental reaction, which gives rise to a vague feeling of mistrust or heightened task engagement, thereby helping to explain the observed positive effect of frowning on reasoning accuracy. Second, an integral form of doubt, which accounts for the correlation between doubt and the use of deliberation. In both conflict and non-conflict problems, higher levels of doubt tended to promote increased cognitive effort.

The present work provides new evidence supporting the idea that the field of reasoning should draw inspiration from the Appraisal Theory of Emotion (Moors & Fischer, 2019) in order to account for the dynamics at play during the shift from intuition to deliberation. Such theoretical framework highlights the important role that emotion plays, first to signal the discrepancy between an intuitive output and an individual's goals, and second to motivate the individual to engage in costly deliberative thinking.

#### **Data availability statement**

Raw data can be downloaded from our OSF page: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/WB6QE>

## Annexe 5

### **THE EMOTIONAL GATEKEEPER OF REASONING: HOW TOLERANCE TO NEGATIVE EMOTIONS MODERATES THE RELATIONSHIP BETWEEN DOUBT AND DELIBERATIVE THINKING.**

Cédric Cortial<sup>1,2</sup>, Jérôme Prado<sup>3</sup>, Serge Caparos<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Université Paris 8, DysCo lab, Saint-Denis, France

<sup>2</sup>Université Clermont-Auvergne, LAPSCO, Clermont-Ferrand, France.

<sup>3</sup>Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (CRNL), INSERM U1028 - CNRS  
UMR5292, Université de Lyon, Lyon, France.

<sup>4</sup>Institut Universitaire de France, Paris, France

#### **Author Note**

Cédric Cortial <https://orcid.org/0000-0002-8866-5183>

Jérôme Prado <https://orcid.org/0000-0003-3548-5610>

Serge Caparos <https://orcid.org/0000-0001-6922-4449>

**IN REVIEW IN *COGNITION AND EMOTION***



## 1. Introduction

Human reasoning is complex and manifests differently across individuals. Prior research suggests that reasoning is influenced by a variety of factors, such as the degree to which a conclusion aligns with an individual's existing beliefs (Šrol & De Neys, 2021), the capacity to generate alternative mental models (Newstead et al., 2004), epistemic self-regulation styles (Stanovich & West, 1998), and working memory capacity (Oberauer et al., 2007). Yet, most studies have focused on individual differences in cognitive processing that may affect reasoning performance (Stanovich, 1999; Stanovich & West, 2000), with comparatively little attention paid to the role of the subjective experience of emotions. This is surprising because there is substantial evidence that emotion and reasoning are tightly interconnected (Blanchette, 2014; Blanchette & Richards, 2010).

While the link between emotion and reasoning has been frequently investigated using manipulations of emotional induction, such as videos, images, or emotionally salient problems (Blanchette 2014, Blanchette & Richard, 2010), a substantial body of research challenges the view that emotion is only a moderator (either disrupting or facilitating cognitive performance) and suggests instead that emotion may be an intrinsic component of reasoning itself (e.g. Bechara et al., 1997; Clore & Huntsinger, 2007; Damasio, 1994, 1996; Goel, 2022; Inzlicht et al., 2015). For example, existing evidence suggests that the personal relevance of a problem can modulate emotional processing, which in turn may shape reasoning strategies (Blanchette et al., 2007; Blanchette & Caparos, 2013; Johnson-Laird et al., 2006).

In dual-process models, reasoning strategies are typically categorised as two distinct cognitive processes, namely, deliberation and intuition (Epstein, 1994; J. St. B. T. Evans, 2006; James, 1890b; Kahneman, 2003a; Sloman, 1996; Stanovich & West, 2000). Deliberation is effortful, analytical, and controlled, whereas intuition is automatic and effortless. In addition, deliberation would be triggered when intuition has failed (De Neys, 2022; Evans & Stanovich, 2013; Kahneman, 2011; Pennycook et al., 2015; Thompson et al., 2011), for instance when a problem elicits conflicting intuitions (De Neys, 2012a, 2014; De Neys et al., 2010b; De Neys & Pennycook, 2019). Generally, individuals engage in costly deliberative reasoning when intuitive responses are insufficiently fluent (e.g., when intuitions are

slow to emerge, do not emerge at all, or when several intuitions appear at the same time ; De Neys, 2022; Thompson et al., 2011; Thompson & Morsanyi, 2012).

Recently, we have proposed that failures of intuitions can also be understood through an emotional lens (Cortial et al., 2025b, 2025a). Specifically, consistent with the Appraisal Model (Moors & Fischer, 2019; Scherer & Moors, 2019), fluent intuitions may be experienced as positive because they signal alignment between an individual's goals and situational expectations. In such cases, there is no perceived need to adjust one's behaviour or mode of interaction with the environment. In contrast, non-fluent or weak intuitions would be appraised as threatening and elicit negative affect. The ensuing physiological responses and action tendencies would motivate individuals to disengage from automatic processing and engage in deliberative (controlled) reasoning. Drawing inspiration from John Dewey's work (1910), we have named this emotional phenomenon "doubt" (Cortial et al., 2025a, 2025b, in review). The goal of deliberation would then be to regain control by alleviating the unpleasant experience of doubt. The strategies to reduce doubt would be tailored to the specificity of individuals. In other words, individuals may vary in the way they react to doubt, and whether they engage deliberation and deep analytical strategies to reduce doubt, or instead ignore doubt and stay with their initial (suboptimal) intuition.

Although our previous findings demonstrated that doubt may lead to deliberation (Cortial et al., 2025a), it remains unclear whether doubt truly involves an emotional response. Indeed, it is possible that it may simply be a form of cognitive uncertainty that is not necessarily emotional in nature, as suggested elsewhere (see De Neys, 2022). In other words, it remains to be demonstrated that doubt is akin to a *negative* emotion that drives the effortful cognitive processing involved in deliberation. Building on our previous study showing that doubt is related to deliberative reasoning (Cortial et al., 2025a), the goal of the present work was to investigate whether the way individuals experience and manage their negative emotions modulates the relation between doubt and deliberative thinking.

We focused on three types of individual differences related to emotional sensitivity. First, we explored the role of individual differences in tolerance to negative emotions. Our model of aversive doubt (Cortial et al., 2025b) makes specific predictions about how individual differences in negative emotion tolerance may modulate the relationship between doubt and deliberation. On the one hand, we

predict that individuals with either low or high tolerance to negative emotions would avoid engaging in deliberative reasoning. This is because individuals who are highly intolerant to negative emotions may find deliberation too aversive (i.e., engaging in deliberative reasoning would mean choosing to prolong the unpleasant situation until a satisfying solution is found) and because individuals who are “over-tolerant to distress” (Lynch & Mizon, 2011) may not feel motivated to resolve a state of doubt that they do not find particularly unpleasant. However, individuals with a medium level of tolerance to negative emotions may be more willing to deliberate when experiencing doubt. In sum, tolerance to negative emotions is expected to moderate the doubt–deliberation relationship in an inverse-U-shaped (quadratic) manner.

Second, we measured need for cognitive closure, which reflects tolerance for uncertainty (i.e., how much individuals value or feel comfortable with not having an immediate answer). According to our model, doubt is an emotion that involves the experience of uncertainty. We argue that when individuals are too tolerant of uncertainty, they may lack the motivation to change their environment by engaging in cognitive effort, such as deliberative reasoning. Conversely, individuals who are highly intolerant of uncertainty may also avoid deliberation, as the reflective process would only prolong their state of uncertainty. We thus assume that the moderating effect of Need for Cognitive Closure on the doubt-deliberation relationship follows a quadratic pattern, much like intolerance to negative emotions.

Third, a number of studies has shown that individuals are aware of the type of reasoner they are, and specifically whether they find deliberation enjoyable or not. Therefore, we assessed the extent to which deliberation is found enjoyable (Cacioppo et al., 1984; Cacioppo & Petty, 1982). In contrast to intolerance to negative emotions and need for cognitive closure, high enjoyment of deliberation is expected to increase linearly with the effect of doubt on deliberation. At a given level of doubt, individuals who experience thinking as intrinsically rewarding should be more likely to engage in reasoning, as doubt acts as a cue to initiate a process they find inherently pleasurable.

To test the above hypotheses, which were all preregistered (<https://osf.io/7xmfy>), we presented participants with reasoning problems designed to elicit conflicting intuitions that would induce doubt (Cortial et al., 2025b). We employed a two-response paradigm to identify intuitive and deliberate responses (Thompson et al., 2011). In this task, participants first provide an intuitive answer to a logical

problem under time pressure and then respond to the same problem again, this time with no time constraints. After each response, the participants reported the level of doubt they experienced. This method allowed us to gauge deliberative engagement and how its use is effective to alleviate doubt. Given that deliberative reasoning is a slow process and demands efforts, we examined the time taken for the second response (Thompson et al., 2011), any change between the initial and final answer (J. St. B. T. Evans & Stanovich, 2013; Kahneman, 2011) (J. St. B. T. Evans & Stanovich, 2013; Kahneman, 2011) and a self-report of cognitive effort (Cortial et al., 2025b).

## 2. Method

### 2.1. Pre-registration

The study design, hypotheses, research question and analyses were preregistered on the Open Science Framework (<https://osf.io/7xmfy>)

### 2.2. Participants

Participants were students and employees from the University Clermont-Auvergne recruited via a mailing list. Drawing on prior pre-registered work involving similar paradigms (Cortial et al., 2025a), we anticipated a small effect size (Cohen's  $d = 0.1$ ) for the influence of cognitive conflict on doubt. A power analysis conducted via the Jpower module in Jamovi suggested that a minimum of 620 participants would be required to achieve a statistical power greater than .80, assuming a one-tailed test and an alpha level of .05.

Due to slow enrolment and difficulties reaching the targeted number of participants, we stopped when recruitment when 611 French-speaking participants had taken part in the experiment. Education level was collected for all participants. Twenty-one individuals were excluded from the analyses for failing the attention test embedded in the experiment (see below). Thus, the final sample included 590 participants (356 women, mean age:  $M = 22.4$  years,  $SD = 6.53$ ). Most participants reported having completed secondary school ( $n = 356$ ), while others had completed undergraduate education ( $n = 147$ ), post-graduate education ( $n = 85$ ), or only primary education ( $n = 2$ ).

## 2.3. Materials

### 2.3.1. *Syllogisms*

Participants engaged with a set of twelve syllogisms, each designed to assess logical reasoning. These syllogisms were derived from categorical interpretations of two fundamental conditional inferences: the logically valid Modus Ponens and the fallacious Affirmation of the Consequent. The items were adapted into French from the study of Boissin et al. (2023).

The syllogisms were classified into two categories based on the congruence between logical validity and believability. Conflict problems presented a mismatch, where logically valid conclusions were not believable, or logically invalid conclusions seemed believable. In contrast, non-conflict problems featured conclusions where logical validity and believability were aligned—either valid and believable or invalid and unbelievable. Each syllogism consisted of a major premise, a minor premise, and a conclusion. For example:

Major premise: "All clocks measure time."

Minor premise: "A sundial is a clock."

Conclusion: "Therefore, a sundial measures time."

In this example, the problem is logically valid and believable (non-conflict). Participants were instructed to evaluate whether the conclusion logically followed from the premises, which they were asked to accept as true, irrespective of their personal beliefs. The syllogisms included both valid and invalid logical structures to provide a comprehensive assessment of reasoning.

### 2.3.2. *Doubt scale*

Participants were prompted to report their experience of doubt immediately after responding to each problem. They rated three statements on a four-point Likert scale, ranging from not at all to completely: (1) I felt blocked, (2) I felt doubt, and (3) I found the reflection unpleasant. These items aimed to capture the subjective experience of doubt, its emotional impact, and its cognitive evaluation

(Cortial et al., 2025b). The total score for each problem (min = 0; max = 9) is the sum of the scores for each item (min = 0; max = 9).

The scale demonstrated strong internal consistency, with a Cronbach's alpha of .80, indicating a reliable measurement of the construct. To assess the persistence of doubt after participants had provided their second (deliberate) answer, the scale was administered a second time with slightly modified items: "(1) Now that I've given my answer, I still feel blocked, (2) I still feel doubt, and (3) The situation remains unpleasant". The response options scale remained unchanged, and internal consistency was high (Cronbach's alpha = .78).

### 2.3.3. Questionnaires

The present study explored three types of individual differences related to emotional sensitivity: tolerance to distress, tolerance to uncertainty, and the extent to which deliberation is found enjoyable. These were measured by questionnaires presented at the end of the experiment.

First, tolerance to distress was measured using the French version of the Distress Intolerance Scale, as developed by Wagener & Blairy (2015; Cronbach's alpha of .93 in their study). The scale comprised 15 items, each rated on a five-point Likert scale with options ranging from "Not at all" to "Completely." Participants responded to statements such as "I can't stand feeling tormented or upset," "My feeling of distress is so intense that it completely overwhelms me," and "There is nothing worse than feeling tormented or upset." These items were designed to capture the participants' capacity to endure and manage negative emotional states. In our data, the scale maintained a high level of internal consistency, with a Cronbach's alpha of .89.

Second, intolerance to uncertainty was measured using the Need for Cognitive Closure scale which assesses the desire to obtain an answer in order to stop information processing and judgment, even if this response is not right (Roets & Van Hiel, 2011; Webster & Kruglanski, 1994 ; Cronbach's  $\alpha$  = .84). Examples of items include: "I don't like situations that are uncertain.", "I dislike unpredictable situations.", "I don't like to go into a situation without knowing what I can expect from it." The scale uses 15 items with 6 response choices for each item ("Strongly disagree", "Moderately disagree",

“Slightly disagree”, “Strongly agree”, “Moderately agree”, “Slightly agree”). The Cronbach alpha was .83 in this study.

Third, general enjoyment of engaging in deliberative reasoning was measured using the Need for Cognition (NFC) scale (Cacioppo & Petty, 1982; Cronbach’s  $\alpha = 0.90$ ). Items such as “Thinking is not my idea of fun” or “I try to anticipate and avoid situations where there is likely chance, I will have to think in depth about something” were presented to the participants, with the following response choices: “Not at all”, “A little”, “Moderately”, “Quite”, “Totally”, which showed a good internal consistency in this study ( $\alpha = .78$ ).

## **2.4. Procedure**

Participants were informed that the experiment would last approximately 20 minutes and would require their full attention. At the outset, they received a general overview of the task, which involved solving reasoning problems and providing two consecutive responses for each item. The procedure emphasized the aim of capturing both their initial, intuitive response and a subsequent, more reflective response. To familiarize participants with this two-response paradigm, a practice problem was administered under identical conditions.

Each trial began with a fixation cross displayed for 2000 milliseconds, followed by the sequential presentation of the major and minor premises, each also shown for 2000 milliseconds. The conclusion was then presented alongside the question, “Does the last statement logically follow from the first two?” Participants were given 3000 milliseconds to respond, with a total of 7000 milliseconds allocated to read and respond to the entire problem. To reinforce the time constraint, the response buttons turned red 2000 milliseconds after the conclusion appeared, serving as a visual cue to indicate urgency.

Following the initial response, participants completed a doubt scale. The reasoning problem was then presented again in full, this time without any time constraints, allowing participants to provide a second, more deliberative response. After this final response, the doubt scale was administered once more.

Three measures were used to assess deliberative reasoning. First, response times (RTs) for the second response were recorded, with longer RTs interpreted as indicative of increased deliberation.

Second, the number of response changes between the first and second answers was measured, reflecting potential re-evaluation of the initial response. Only trials in which participants provided both an initial (t1) and a final (t2) response were considered to measure response changes. Trials with a missing t1 response due to the time limit were excluded from this analysis. Third, as deliberative reasoning is effortful compared to intuitive reasoning, participants rated their subjective Feeling of Cognitive Effort after giving their second (final) response using a 7-point Likert scale, indicating the perceived level of cognitive effort invested.

To ensure participant engagement, an attention check was randomly administered during the task. At the conclusion of the study, participants completed the three standardized questionnaires described above: the Tolerance for Distress Scale, the Need for Cognitive Closure Scale, and the Need for Cognition Scale.

## **2.5. Ethics**

This experiment was approved by the Ethics Committee of the University of Clermont-Auvergne (IRB00011540-2023-17).

## **2.6. Data analyses**

The data analyses were conducted using Python, the Pandas library, and the gamlj package in Jamovi. Logistic and linear Mixed Models were applied. Each comprehensive model featured a robust random effects structure, incorporating random intercepts for each participant and random intercept for Conflict. We maximized the random effects structure as long as it did not result in a singular fit, which would indicate excessive model complexity. For this reason, when testing the interactions between doubt and personality scales, the models solely included random slopes for doubt within participants and random intercepts for both participants and conflict conditions.

### 3. Results

In the following section, we first analyzed whether the present findings replicated the results of our previous study showing a relation between doubt and deliberation (Cortial et al., 2025b). We then tested our hypotheses about the moderating effect of individual differences in emotional sensitivity (as assessed by questionnaire) on the doubt-deliberation relationship.

#### 3.1. Conflict, doubt and deliberation (replication of Cortial et al., 2025b)

As anticipated, the mean number of logical t1 responses was relatively high for non-conflict problems ( $M_{non-conflict} = 4.32$  out of 6;  $SD_{non-conflict} = 1.69$ ) confirming that the participants understood the task. In contrast, the mean number of logical t1 responses was relatively low for conflict problems ( $M_{conflict} = 1.12$  out of 6;  $SD_{conflict} = 1.38$ ). The difference was significant,  $\beta = -4.421$ ,  $SE = 0.167$ ,  $\chi^2(1) = 699$ ,  $p < .001$ ,  $OR = 0.012$ . Importantly, after giving their initial “fast” answer, participants experienced greater levels of doubt on average in the context of conflict than in the absence of conflict,  $\beta = 0.131$ ,  $SE = 0.040$ ,  $F(1,591) = 10.7$ ,  $p = .001$ ,  $OR = 0.053$  (see Table 1).

Although participants gave more accurate final (than initial) responses, the difference in accuracy between non-conflict and conflict problems remained significant ( $M_{non-conflict} = 5.25$ ,  $SD_{non-conflict} = 1.02$ ;  $M_{conflict} = 2.00$ ,  $SD_{conflict} = 1.75$ ),  $\beta = -2.978$ ,  $SE = 0.121$ ,  $\chi^2(1) = 606$ ,  $p < .001$ ,  $OR = 0.051$ . Participants still experienced greater levels of doubt in the conflict than in the non-conflict condition after giving their second “slow” answer,  $\beta = 0.236$ ,  $SE = 0.032$ ,  $F(1,6465) = 53$ ,  $p < .001$ . Nevertheless, after deliberation, doubt dropped significantly—falling below the level observed before participants were given the opportunity to deliberate.,  $\beta = -0.548$ ,  $SE = 0.024$ ,  $\chi^2(1) = 509$ ,  $p < .001$  (see Table 1).

**Table 1***Effect of conflict on logical response and doubt*

	Conflict M (SD)	Non-Conflict M (SD)
Logical responses (t1; min = 0, max = 6)	1.12 (1.38)	4.32 (1.69)
Logical responses (t2; min = 0, max = 6)	2.00 (1.75)	5.25 (1.02)
Doubt (t1; min = 0, max = 3)	0.51 (0.48)	0.46 (0.46)
Doubt (t2; min = 0, max = 3)	0.34 (0.41)	0.26 (0.36)

*Note: The table displays mean scores averaged across participants, with standard deviations in parentheses.*

We observed positive relationships across all three measures of deliberation. Consistent with our previous findings, Pearson's correlation analyses in conflict conditions revealed moderate to strong relationships between the level of doubt and all of the indices of deliberation (see Table 2). Furthermore, we calculated the difference between doubt scores before and after deliberation, and were also able to observe a positive correlation between the difference in doubt and our deliberation measures (see Table 2.)

**Table 2***Relationships between Doubt, change of response and Effort for conflict problems*

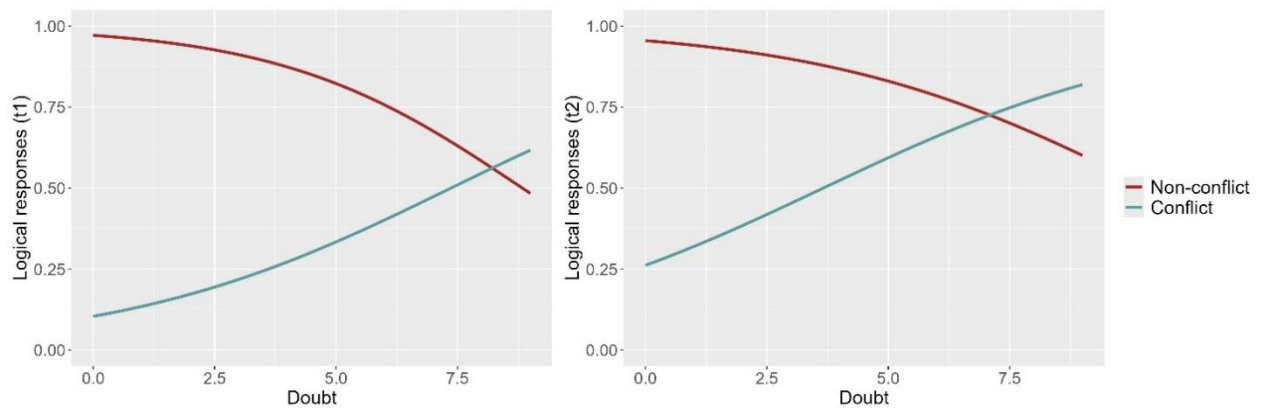
	Doubt (t1)	Doubt (t2)	Decrease of Doubt (t1 – t2)	ChangeResp	Effort
Doubt (t2)	.82***	-	-	-	-
Decrease of Doubt (t1 – t2)	.98***	.73***	-	-	-
ChangeResp (freq.)	.23***	.23***	.12*	-	-
Effort (min = 0, max = 5)	.66***	.61***	.64***	.17***	-
t2 RT (ms)	.21***	.21***	.24***	.17***	.33***

*Note: The table presents Pearson's r correlation values between mean scores averaged across participants; \* p < .05, \*\* p < .01, \*\*\* p < .001. ChangeResp = Response change; t2 RT = Response time at t2*

A generalized mixed model revealed a differential effect of doubt depending on the conflict condition on the probability of giving logical responses at t1,  $\beta = 0.694$ ,  $SE = 0.055$ ,  $\chi^2(1) = 158.22$ ,  $p < .001$ ,  $OR = 2.001$ , and at t2,  $\beta = 0.531$ ,  $SE = 0.038$ ,  $\chi^2(1) = 190.20$ ,  $p < .001$ ,  $OR = 1.701$ . Doubt increases logical responses in conflict problems but reduces correct responses in non-conflict problems (see figure 1).

**Figure 1**

*Interaction between doubt and conflict on accuracy at t1 and t2*



Conflict problems were reported to require more effort than non-conflict problems,  $\beta = 0.149$ ,  $SE = 0.024$ ,  $F(1,591) = 37.5$ ,  $p < .001$ , and took longer to respond to,  $\beta = 0.101$ ,  $SE = 0.19$ ,  $F(1,591) = 28.1$ ,  $p < .001$ . The rate of response change between t1 and t2 was also higher in conflict than non-conflict problems,  $\beta = 0.967$ ,  $SE = 0.13$ ,  $\chi^2(1) = 58.6$ ,  $p < .001$ ,  $OR = 2.054$  (see table 3). In sum, we replicated our previous findings demonstrating a link between doubt and deliberative reasoning (Cortial et al., 2025b).

**Table 3**

*Effort, ChangeResp and RT means difference between conflict and non-conflict problems.*

	Conflict (SD)	Non-conflict (SD)
Effort (min = 0, max = 5)	1.16 (0.038)	1.01 (0.038)
t2 RT (ms)	8867 (269)	7684 (269)
ChangeResp (freq.)	0.1499 (0.00867)	0.0720 (0.0055)

*Note: The table displays mean scores averaged across participants, with standard deviations in parentheses.*

### 3.2. How individual differences in emotional sensitivity moderate the relation between doubt and deliberation

First, the different measures of emotional sensitivity correlated with one another. Need for Cognition scores (i.e., the extent to which participants enjoy engaging in effortful thinking) were negatively correlated with Need for Cognitive Closure scores (i.e., the degree to which participants are intolerant of uncertainty and desire definite answers) and Intolerance to Distress scores (i.e., the extent to which participants struggle with the experience of negative emotions), while the latter two were also positively correlated (see table 4).

**Table 4**

*Relationships between Need for Cognition (NFC), Need for Cognitive Closure (NFCC) and Intolerance to Distress (ID) scores.*

	NFC	NFCC	ID
NFCC	-.16***	-	-
ID	-.12***	.47***	-
ChangeResp	-.14***	.04	.06
Effort	-.08*	.11**	.09*
t2 RT	-.03	.01	-.05
Logical responses (t1)	.14***	-.06	-.11**
Logical responses (t2)	.13**	-.02	-.14***

*Note: The table presents Pearson's r correlation values between mean scores averaged across participants; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ . ChangeResp = Response change; t2 RT = Response time at t2*

---

In order to test whether the relation between doubt and deliberation was moderated by individual differences in emotional sensitivity, we first centred and squared<sup>7</sup> participants' scores on each of the three scales: Intolerance to Distress, Need for Cognitive Closure and Need for Cognition. Below, we describe how the scores on these three scales moderated the relation between doubt and our three indices of deliberative reasoning: RT, Effort, and Response Change.

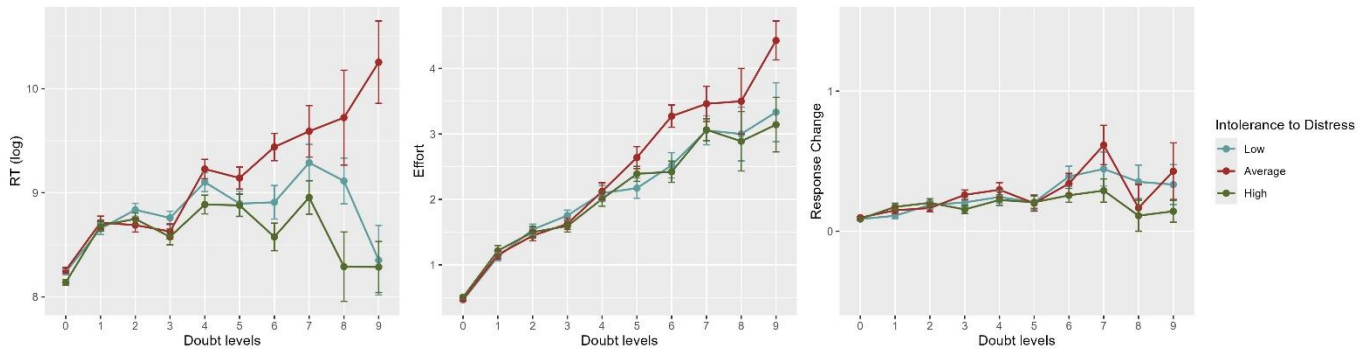
**Intolerance to Distress.** Linear mixed-effects model analyses showed that Intolerance to Distress significantly moderated the strength of the relationship between doubt and deliberation. In the analysis of Response Changes, both the linear and the quadratic moderation effects were significant, respectively,  $\beta = -0.0522$ ,  $SE = 0.246$ ,  $\chi^2(1) = 4.52$ ,  $p = .033$ , and  $\beta = -0.067$ ,  $SE = 0.249$ ,  $\chi^2(1) = 7.34$ ,  $p = .007$ . In the analysis of Effort, while the linear moderation did not reach significance,  $\beta = -2.55e^{-4}$ ,  $SE = 9.19e^{-4}$ ,  $F(1, 334) = 0.08$ ,  $p = .782$ , the quadratic one did,  $\beta = -1.29e^{-4}$ ,  $SE = 5.51e^{-5}$ ,  $F(1, 337) = 5.51$ ,  $p = .019$ . Finally, in the analysis of RTs, while the linear moderation was significant,  $\beta = -0.00121$ ,  $SE = 5.56e^{-4}$ ,  $F(1, 299) = 4.74$ ,  $p = .03$ , the quadratic moderation did not reach significance,  $\beta = -6.03e^{-5}$ ,  $SE = 4.20e^{-6}$ ,  $F(1, 278) = 2.06$ ,  $p = .15$  (see table 5 for a summary of the moderation effects). A visual inspection of the data suggests the following pattern of moderation (see figure 2): individuals with a medium level of Intolerance to Distress are the most likely to engage in deliberation when doubt increases, whereas those with high Distress Intolerance are the least likely to do so. Individuals with low Distress Intolerance fall between these two extremes. These results are in line with our pre-registered hypothesis that doubt is most likely to promote deliberation in individuals who are neither too tolerant nor too intolerant to negative emotions (see <https://osf.io/7xmfy>)

---

<sup>7</sup> Squaring the moderator variable in quadratic moderation analysis allows us to test for non-linear interactions. While linear moderation examines whether the strength or direction of the relationship between the predictor and outcome changes consistently with the moderator, squaring the moderator captures potential curvilinear effects. This means the influence of the moderator might vary more strongly at extreme values (high or low) compared to the mean, providing a more nuanced understanding of the interaction between variables.

**Figure 2**

*The moderation effect of Intolerance to Distress on the relationship between doubt and deliberation.*



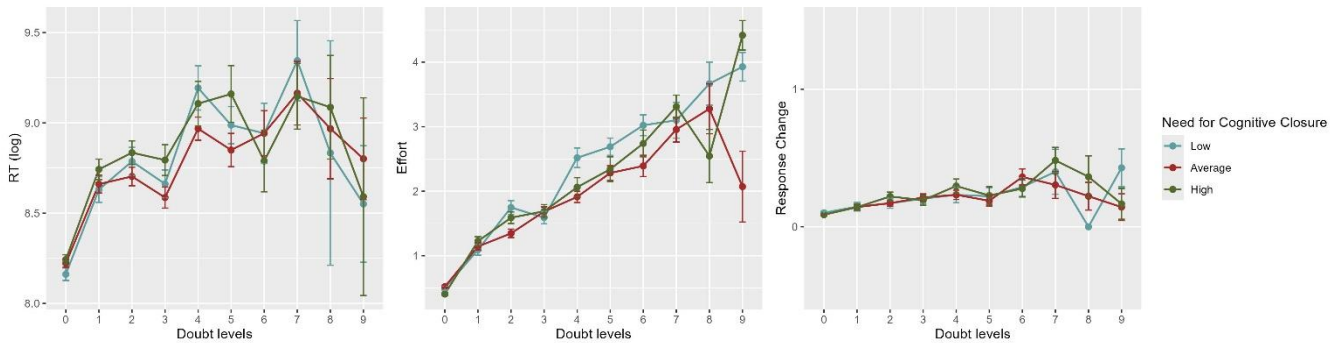
*Note: Each level corresponds to its respective tercile: Low = 1st tercile; Average = 2nd tercile; High = 3rd tercile.*

**Need for Cognitive Closure.** Linear mixed-effects model analyses provided little evidence for a moderating effect of NFCC on the relationship between doubt and deliberation. First, none of the quadratic moderations reached significance (RTs:  $F(1, 402) = 2.44, p = .12$ ; Effort:  $F(1, 339) = 2.57, p = .11$ ; Response Change:  $\chi^2(1) = 2.74, p = .098$ ). Second, the linear moderation was significant only in the analysis of RTs,  $\beta = -0.00193, SE = 0.000551, F(1, 395) = 12.24, p < .001$  (Effort:  $F(1, 367) = 0.157, p = .69$ ; Response Change:  $\chi^2(1) = 1.78, p = .18$ ). The linear moderation in RTs was explained by the fact that individuals with lower NFCC scores showed a steeper relationship between doubt and RTs than those with higher scores.

In sum, our hypothesis of a quadratic moderation effect of NFCC on the relationship between doubt and deliberation was not supported. While we found significant linear moderation effects on response times — suggesting that higher NFCC reduced the impact of doubt on deliberation—the analyses did not reveal a reliable effect across all three measures (see figure 3).

**Figure 3**

*The moderation effect of Need for Cognitive Closure on the relationship between doubt and deliberation.*

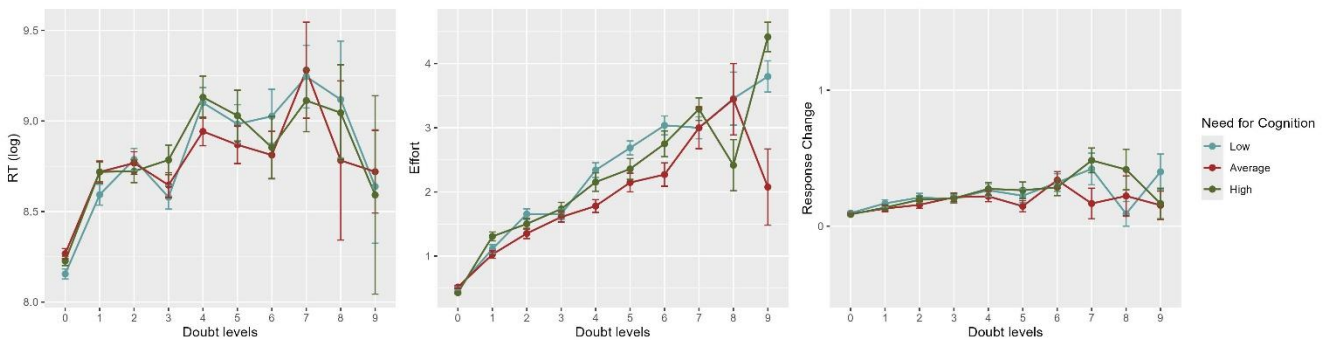


*Note: Each level corresponds to its respective tercile: Low = 1st tercile; Average = 2nd tercile; High = 3rd tercile.*

**Need for Cognition.** Linear mixed-effects model analyses provided little evidence for a moderating effect of NFC on the relationship between doubt and deliberation. None of the linear moderations reached significance (RTs:  $F(1, 327) = 0.80, p = .37$ ; Effort:  $F(1, 376) = 0.40, p = .53$ ; Response Change:  $\chi^2(1) = 0.93, p = .33$ ). In addition, the quadratic moderation was significant only in the analysis of Effort,  $\beta = 3.05 \times 10^{-4}, SE = 1.33 \times 10^{-4}, F(1, 436) = 5.25, p = .022$  (RTs:  $F(1, 358) = 1.40, p = .24$ ; Response Change:  $\chi^2(1) = 0.36, p = .55$ ). The quadratic moderation in the analysis of effort was explained by the fact that individuals with medium NFC scores showed a less steep relationship between doubt and effort than those with low or high scores (see figure 4).

**Figure 4**

*The moderation effect of Need for Cognition on the relationship between doubt and deliberation*



*Note: Each level corresponds to its respective tercile: Low = 1st tercile; Average = 2nd tercile; High = 3rd tercile.*

**Table 5**  
*Summary of moderation effects*

Scales	Deliberation Variables	Moderation effect p-values	
		Linear ( <i>trend</i> )	Quadratic ( <i>shape</i> )
Intolerance to distress	t2 RT	<b>.030</b> ( <i>negative</i> )	.150
	Effort	.782	<b>.019</b> ( <i>Inverted-U-shape</i> )
	Response change	<b>.033</b> ( <i>negative</i> )	<b>.007</b> ( <i>Inverted-U-shape</i> )
Need for Cognitive Closure	t2 RT	< <b>.001</b> ( <i>negative</i> )	.120
	Effort	.692	.110
	Response change	.182	.098
Need for Cognition	t2 RT	.370	.240
	Effort	.526	<b>.022</b> ( <i>U-shape</i> )
	Response change	.330	.550

*Note: In bold, significant p-values.*

#### 4. Discussion

To date, much of the current literature suggests that a metacognitive experience, i.e., uncertainty, triggers deliberative reasoning (De Neys, 2022; Fernandez Cruz et al., 2016; Pennycook et al., 2015; Thompson & Morsanyi, 2012). We have recently proposed that such experience may instead be emotional in nature, negatively-valenced, and can be labelled ‘doubt’. The emotional nature of doubt is key to explaining individuals’ motivation to engage in deliberative reasoning (Cortial et al., 2025a, 2025b). With the present study, we aimed to provide further support to the claim that doubt is an emotion by examining whether individual differences in emotional sensitivity—particularly in the experience and management of negative emotions — modulates the relation between doubt and deliberative reasoning.

First, this study successfully replicated our recent findings (Cortial et al., 2025b). That is, participants reported experiencing more doubt in problems designed to generate cognitive conflict (De Neys et al., 2010b; Sá et al., 1999), compared to non-conflict problems. Conflict problems also elicited greater cognitive effort, larger response times, and a higher rate of response changes. The positive correlations among these three measures supported the interpretation that they capture a common underlying construct, namely, deliberation. Moreover, doubt was moderately to strongly correlated with

the indices of deliberative reasoning, indicating that the intensity of doubt is associated with the degree of engagement in deliberative thinking. These findings suggest a close connection between the experience of doubt and the trigger of deliberative reasoning.

One novelty of this study was to measure doubt twice: after the first intuitive response, and after the second deliberate one. Given that doubt is an aversive experience, believed to motivate individuals to deliberate in order to alleviate doubt (Cortial et al., 2025a, 2025b), we expected doubt to decrease after deliberation. This was indeed the case. In addition, the more people had deliberated (as indicated by longer RTs and more reported effort), the more doubt decreased. These findings support the idea that the experience of doubt plays a key role in the switch from intuition to deliberation, and that the motivation to engage in costly deliberation is to alleviate doubt.

More central to our current interest, we argued that, if doubt is a negative emotion, individual differences in emotional sensitivity may affect the impact of doubt on deliberation. Consistent with this hypothesis (which was pre-registered), we found that Intolerance to Distress—typically defined as “the capacity to experience and withstand negative psychological states” (Simons & Gaher, 2005) —moderated the relationship between doubt and deliberation, in a combination of linear and quadratic ways. The results suggest that individuals with a medium level of distress intolerance show the steeper relationship between doubt and deliberation. In other words, individuals who are too tolerant or too intolerant of doubt are less motivated to deliberate: some because the situation is not sufficiently unpleasant to justify making a cognitive effort, others because deliberating would prolong the unpleasant situation too much. These results are in line with the idea that doubt is an emotional and aversive experience (Cortial et al., 2025a, 2025b) and that the way we experience negative emotions influence how we engage in cognitive effort.

In contrast to the results obtained with the Intolerance to Distress scale described above, those obtained with the Need for Cognitive Closure scale were not consistent with our pre-registered hypothesis. Specifically, we had hypothesised that Need for Cognitive Closure would moderate the link between doubt and deliberation in the same way as Intolerance to Distress (i.e., quadratically). However, the only significant effect obtained here was a linear moderation of the relationship between doubt and RTs. As it stands, it is difficult to draw a definitive conclusion about why NFCC did not moderate the

relationship between doubt and deliberation. The scale was chosen as it is believed to measure tolerance to uncertainty. However, the items of the scale are very general (e.g., “I dislike unpredictable situations”), and may not have allowed us to capture individual differences in tolerance to uncertainty sufficiently finely. Future studies may further explore the impact of sensitivity to uncertainty using other scales, such as the Intolerance of Uncertainty scale (Buhr & Dugas, 2002; Freeston et al., 1994).

Finally, also contrary to our pre-registered hypothesis, there was little evidence in our data that Need for Cognition moderates the relationship between doubt and deliberation. Doubt, which signals an opportunity for an activity that high NFC individuals report enjoying, did not increase their motivation to engage in deliberative reasoning (compared to low NFC individuals). This finding aligns with the idea that, while Need for Cognition reflects a stable disposition to enjoy thinking (Cacioppo & Petty, 1982), this enjoyment does not necessarily translate into greater motivation to engage in deliberative thinking. This challenges the idea that positive dispositions toward thinking drive deliberation. Traits such as a growth mindset (Becker et al., 2017; Yeager & Dweck, 2012), or epistemic emotions like curiosity (J. Litman, 2005) and surprise (Noordewier & Breugelmans, 2013), are often considered examples to this claim, on the assumption that some individuals are drawn to thinking because they find it pleasurable. If NFC is negatively correlated with the Need for Cognitive Closure and Distress Intolerance, suggesting that people who like to think deeply better tolerate uncertainty and negative emotions, it doesn't mean that the same individuals *enjoy* deep reasoning. Cognitive effort may initially be experienced as aversive (Kool & Botvinick, 2014, 2018; Kurzban, 2016; Shenhav et al., 2017). Thus, what distinguishes high NFC individuals may not be the absence of discomfort, but rather their capacity to reinterpret effortful disfluency as a meaningful signal—one that predicts valuable outcomes. This reinterpretation allows these individuals to overcome the aversiveness of mental effort and to engage and persist despite its subjective cost (Gheza et al., 2023; van Lieshout et al., 2021; Yeager & Dweck, 2012; Zerna et al., 2023). This might result in deeper learning, and a better automatization of the building blocks of the mindware (Stanovich, 2018). This idea is consistent with the finding that high NFC individuals responded more logically to reasoning problems as soon as the intuitive (t1) stage (Bago & De Neys, 2019; Raelison et al., 2020; Thompson et al., 2018).

Overall, the results obtained across all measures of emotional sensitivity are not always consistent with our a priori hypotheses. We must therefore remain cautious regarding any firm conclusion that individual differences in emotional sensitivity may necessarily modulate the relation between doubt and deliberative reasoning. In addition, it is important to acknowledge that the effects observed are relatively small in magnitude. Nonetheless, we believe that even small effects may carry meaningful implications in the context of complex cognitive-emotional processes. Furthermore, our methodological choices increase confidence in the observed effects. Indeed, the preregistration of our hypotheses and methods limits analytical flexibility and reduces the risk of post hoc interpretations. Our large sample size also provides sufficient statistical power to detect small effects, enhancing the robustness of our findings. We also note that the small effects may be partly due to the use of mixed models, which account for both interindividual variability and the hierarchical structure of the data. Such models yield more accurate effect estimates and reduce the risk of false positives, thereby enabling the detection of subtle but reliable effects.

In sum, our findings reveal that individual differences in Intolerance to Distress moderated the relationship between doubt and deliberation. Although similar results were not observed for other measures of emotional sensitivity, these findings nonetheless support the conclusion that doubt may function as an emotional trigger of cognitive effort. Our study reinforces the idea that a negative emotion may play a key role in reasoning (Cortial et al., 2025a, 2025b).

**Declaration of interest statement**

No potential conflict of interest was reported by the authors.

**Data availability statement**

Raw data of the study can be downloaded from our OSF page (<https://osf.io/d2vkw/>)