

HEC MONTRÉAL

**Les déterminants de la surconfiance des négociants : Une étude
expérimentale**

par

Jérôme Martin

**Sciences de la gestion
(Option Finance)**

*Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de maîtrise ès sciences en gestion
(M. Sc.)*

Août 2018
© Jérôme Martin, 2018

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

La présente atteste que le projet de recherche décrit ci-dessous a fait l'objet d'une évaluation en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains et qu'il satisfait aux exigences de notre politique en cette matière.

Projet # : 2018-2929

Titre du projet de recherche : Évaluation de la surconfiance des investisseurs privés : une étude expérimentale

Chercheur principal :
Pierre-Majorique Léger,
Professeur titulaire, Technologies de l'information, HEC Montréal

Cochercheurs :
Martin Boyer; David Briegne; Jérôme Martin

Date d'approbation du projet : 15 novembre 2017

Date d'entrée en vigueur du certificat : 15 novembre 2017

Date d'échéance du certificat : 01 novembre 2018



Maurice Lemelin
Président du CER de HEC Montréal

ATTESTATION D'APPROBATION ÉTHIQUE COMPLÉTÉE

La présente atteste que le projet de recherche décrit ci-dessous a fait l'objet des approbations en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains nécessaires selon les exigences de HEC Montréal.

La période de validité du certificat d'approbation éthique émis pour ce projet est maintenant terminée. Si vous devez reprendre contact avec les participants ou reprendre une collecte de données pour ce projet, la certification éthique doit être réactivée préalablement. Vous devez alors prendre contact avec le secrétariat du CER de HEC Montréal.

Nom de l'étudiante : Jérôme Martin

Titre du projet supervisé/mémoire/thèse :

Quels sont les déterminants de la surconfiance des traders: une étude expérimentale

Titre du projet sur le certificat :

Évaluation de la surconfiance des investisseurs privés : une étude expérimentale

Projet # : 2018-2929

Chercheur principal / directeur de recherche :

Pierre-Majorique Léger

Cochercheurs :

Jérôme Martin; David Briegne; Martin Boyer

Date d'approbation initiale du projet : 15 novembre 2017

Date de fermeture de l'approbation éthique pour l'étudiant(e) : 07 août 2018



Maurice Lemelin
Président du CER de HEC Montréal

Résumé

Ce mémoire par article étudie la surconfiance des négociants en contexte de négociation. Plus précisément, cette étude a pour but de déterminer la relation qu'ont les caractéristiques d'un négociant ainsi que ses processus cognitifs avec la surconfiance.

Afin d'identifier les caractéristiques individuelles et les processus cognitifs reliés à la surconfiance des négociants, une étude expérimentale a été réalisée avec 30 participants. Ces derniers ont pris part à deux simulations de négociation en plus de remplir un questionnaire portant sur des décisions d'investissement. Durant ces tâches, l'attention visuelle a été mesurée avec un oculomètre. Aussi, des données sociodémographiques ont été collectées à l'aide d'un questionnaire sociodémographique. Finalement, la capacité de leur mémoire de travail a été évaluée avec un test *N-back 1* et leur tolérance au risque implicite a été mesurée à l'aide d'un test d'association implicite.

L'analyse des données indique dans un premier temps que l'attention visuelle, mesurée par nombre de fixations et la durée des fixations sur un graphique lors du questionnaire d'investissement est positivement corrélée avec la performance des négociants. Il y a aussi une corrélation positive entre la capacité de la mémoire de travail des négociants et leur performance lors du questionnaire d'investissement. Dans un second temps, l'analyse des données suggère que les négociants les plus surconfiants génèrent une performance nette inférieure autant pour le questionnaire d'investissement que pour les simulations de négociation. Pour ce qui est du questionnaire d'investissement, ces mêmes négociants ont démontré un niveau d'attention visuelle inférieur en plus d'avoir une capacité de mémoire de travail inférieure. Cependant, leur tolérance implicite au risque ne semble pas avoir

d'impact sur leur performance lors du questionnaire d'investissement. Pour ce qui traite des simulations de négociation, les négociants les plus surconfiants ont aussi une capacité de mémoire de travail inférieure en plus d'avoir une plus grande tolérance implicite au risque.

Cette étude contribue à la recherche sur le domaine de la finance comportementale. Elle permet d'approfondir les connaissances sur la surconfiance des agents économiques. En effet, cette étude tente d'expliquer pourquoi la surconfiance se traduit par une performance inférieure. Aussi, à notre connaissance, cette étude est la première incorporant l'attention visuelle, la mémoire de travail ainsi que la tolérance implicite au risque dans un contexte de négociation. Finalement, la méthodologie que nous avons développée pourra servir de guide pour les études futures portant sur l'analyse des négociants et des investisseurs.

Mots clés : finance comportementale, surconfiance, attention visuelle, mémoire de travail, tolérance au risque implicite

Table des matières

Résumé.....	iii
Table des matières.....	v
Liste des tableaux et des figures	vii
Avant-propos.....	viii
Remerciements	ix
I. Problématique et question de recherche	1
1 Mise en contexte de l'étude.....	1
2 Question de recherche	3
3 Structure du mémoire.....	4
4 Objectifs de l'étude	4
5 Contributions potentielles au champ de recherche.....	5
6 Information sur le premier article	6
7 Résumé du premier article	6
8 Information sur le deuxième article	7
9 Résumé du deuxième article	7
10 Contributions de l'étudiant pour la rédaction des deux articles	8
II. Premier article.....	11
1 Introduction	11
2 Literature Review.....	12
3 Hypotheses Development	13
4 Methodology	14
5 Results	16
6 Discussion and Conclusion	18
References	20
III. Deuxième article	23
1 Introduction	24
2 Literature Review.....	26
3 Hypotheses	30
4 Methodology	32

5	Results.....	38
6	Discussion.....	42
7	Conclusion.....	44
	References.....	47
IV.	Conclusion.....	54
1	Rappel des questions de recherche.....	54
2	Principaux résultats.....	56
3	Contributions de l'étude.....	59
4	Limites de l'étude et recommandations de recherches futures.....	61
	Bibliographie.....	63
	Annexes.....	67

Liste des tableaux et des figures

Liste des tableaux

Tableau 1 Contributions de l'étudiant lors de la rédaction des deux articles.....	8
Tableau 2 Sommaire des régressions linéaires à modèles mixtes de la mémoire de travail et l'attention visuelle sur le profit total	17
Tableau 3 Sommaire des régressions linéaires à modèles mixtes de l'interaction du type de scénario avec la mémoire de travail ou l'attention visuelle sur le profit total	17
Tableau 4 Coefficients des variables indépendantes pour le questionnaire d'investissement ($n = 480$)	38
Tableau 5 Coefficients de corrélation des variables pour le questionnaire d'investissement ($n = 480$)	40
Tableau 6 Coefficients des variables indépendantes pour les simulations de négociation ($n = 60$)	41
Tableau 7 Coefficients des variables pour les simulations de négociation ($n = 60$)	42

Liste des figures

Figure 1 Organigramme expérimental	32
--	----

Avant-propos

Ce mémoire a été rédigé sous la forme d'articles ayant reçu l'approbation de la direction administrative du programme de la Maîtrise ès sciences en gestion.

Les consentements des trois coauteurs des deux articles sont inclus dans le présent mémoire.

Le comité d'éthique en recherche d'HEC Montréal a donné son approbation pour cette étude le 15 novembre 2017.

Le premier article de ce mémoire étudie la relation qu'on l'attention visuelle et la capacité de la mémoire de travail avec la performance des négociants en utilisant un questionnaire fait de scénarios d'investissement.

Le deuxième article étudie la relation entre la surconfiance des négociants, leur attention visuelle, la capacité de leur mémoire de travail ainsi que leur tolérance implicite au risque. Plus précisément, il tente d'apporter des pistes additionnelles quant à l'impact de la surconfiance sur ces processus cognitifs ainsi que sur la tolérance au risque implicite.

Le premier article a été publié pour la conférence NeuroIS 2018 qui s'est déroulée à Vienne en juin 2018 (<http://www.neurois.org/>). Le second article est présentement en préparation pour soumission à la revue *Journal of Neuroscience, Psychology and Economics*.

Remerciements

J'aimerais remercier certaines personnes qui m'ont supportées durant la rédaction de mon mémoire. Il m'aurait été impossible de mener à terme ce projet sans leur appui.

Pour commencer, j'aimerais remercier mon codirecteur Martin Boyer d'avoir été mon mentor tout au long de ma maîtrise. Ce fut un réel plaisir de prendre part aux différents projets que nous avons menés à terme. Merci également de m'avoir donné ce sujet de recherche qui m'a gardé motivé tout au long de l'étude.

J'aimerais ensuite remercier mon codirecteur Pierre-Majorique Léger de m'avoir accepté dans l'équipe du Tech3Lab afin que je puisse faire cette étude. Merci de m'avoir initié à la recherche expérimentale ainsi qu'à l'expérience utilisateur. Merci également de m'avoir permis d'aller présenter une partie de mes recherches à Vienne lors de la conférence NeuroIS.

Pour continuer, j'aimerais remercier Laurence Dumont pour ses conseils quant à la rédaction des deux articles. Son aide aura été précieuse et ses encouragements auront été une grande source de motivation.

Je remercie aussi toute l'équipe du Tech3lab avec qui j'ai beaucoup appris. Merci particulièrement à Bertrand, Beverly et David pour leur aide constante tout au long du projet.

Pour terminer, j'aimerais remercier ma famille et mes amis qui auront été une source de motivation et d'inspiration tout au long de mes études.

I. Problématique et question de recherche

1 Mise en contexte de l'étude

La finance comportementale est une approche qui tente d'expliquer les comportements des agents en combinant les théories de la finance traditionnelle avec les théories comportementales et psychologiques. En effet, la théorie de la rationalité limitée suggère que les agents sont rationnels jusqu'au point où les capacités cognitives, les émotions ainsi que l'information disponible limitent la rationalité de ceux-ci (Simon, 1957). Les biais cognitifs et émotionnels expliquent donc pourquoi les agents n'agissent pas toujours rationnellement.

La surconfiance est sans aucun doute l'un des biais comportementaux les plus importants (Skala, 2008). La surconfiance fait référence aux situations où un individu démontre un niveau de confiance anormalement élevé causé par la surestimation de ses propres habiletés (Pallier, Wilkinson, Danthiir, Kleitman, Knezevic, Stankov & Roberts, 2002). En finance, la surconfiance des agents s'observe par une augmentation de la prise de risque et du volume de transaction, ce qui a comme effet d'augmenter les frais de transactions des agents diminuant ainsi leur rendements nets (Odean, 1999). Plusieurs études ont démontré que les investisseurs de détail ainsi que les professionnels sont affectés par la surconfiance (Barber & Odean, 2000; Barber & Odean, 2001; Grinblatt & Keloharju, 2009; Puetz & Ruenzi, 2011; Zacharakis & Shepherd, 2001; Hilary & Menzly, 2006).

Afin de mieux comprendre les impacts qu'a la surconfiance sur le comportement des agents économiques, il est important d'étudier la relation qu'ont les différents processus

cognitifs impliqués dans le processus de prise de décision avec ce biais. Il est également nécessaire d'observer comment les traits d'un agent peuvent être des déterminants de surconfiance. Par exemple, un négociant qui analyse le comportement d'un titre afin de décider s'il veut le négocier doit utiliser son attention visuelle ainsi que sa mémoire pour travailler pour prendre une décision. Sa tolérance au risque va également affecter sa prise de décision. Il est donc important de comprendre l'interaction de ces déterminants avec la surconfiance des négociants.

Au niveau de l'attention visuelle, on remarque que peu d'études portant sur la prise de décision incorporent ce processus cognitif. Dans une revue de littérature sur l'attention visuelle, les auteurs concluent que l'attention visuelle participe activement à la prise de décision (Orquin & Loose, 2013). Ils soulignent que les recherches futures sur la prise de décision bénéficieraient d'une meilleure intégration avec la recherche sur l'attention visuelle. Aussi, bien que l'oculométrie est grandement utilisée dans des domaines tels que le marketing et la recherche médicale, cette technologie est peu utilisée en finance (Shavit, Giorgetta, Shani & Ferlazzo, 2010). De plus, il existe à notre connaissance qu'une seule étude à propos de l'impact de la surconfiance sur l'attention visuelle dans la prise de décision (Innocenti, Rufa & Semmoloni, 2010).

En ce qui a trait à la mémoire de travail, son importance dans la prise de décision est largement acceptée puisque ce système intervient lors du processus de raisonnement (Baddeley, 1992). De plus, plusieurs études ont démontré qu'en évaluant la capacité de la mémoire de travail d'un individu, on peut prédire sa performance pour des tâches de prise de décision (Hinson, Jameson & Whitney, 2003; Bechara, Damasio & Damasio, 2000). On peut donc supposer que la performance d'un négociant peut être prédite par la capacité

de sa mémoire de travail, ce qui à notre connaissance n'a jamais été étudié. Aussi, une étude a démontré que la capacité limitée de la mémoire de travail est un facteur causant la surconfiance (Hansson, Juslin & Winman, 2008). Cette relation n'a toutefois pas été étudiée dans un contexte de négociation.

Finalement, puisque la tolérance au risque d'un négociant influence sa prise de décision et que la surconfiance est liée à une augmentation de la prise de risque, il est nécessaire d'inclure la tolérance au risque dans l'analyse de ce biais. La tolérance au risque est normalement évaluée à l'aide de questionnaires. Or, ces questionnaires ne parviennent pas à mesurer précisément la tolérance au risque réelle des agents économiques (Morse, 1998). Récemment, une mesure de tolérance au risque implicite a été développée dans le but de résoudre cette problématique (Fehr & Hari, 2014). Cependant, aucune étude n'a validé si cette mesure de tolérance au risque implicite permet d'expliquer la prise de risque des agents économique.

2 Question de recherche

Puisque la surconfiance peut engendrer de lourdes conséquences sur la performance des négociants, il est important de comprendre les mécanismes de ce biais et ses implications sur les processus cognitifs engendrés dans la prise de décision.

Ce mémoire par articles permet de déterminer la relation qu'ont les processus cognitifs avec la performance des négociants. Il permet également de comprendre comment les processus cognitifs d'un négociant fonctionnent selon la surconfiance dont il fait preuve en plus de déterminer la relation qu'a la tolérance au risque implicite avec ce biais. Pour ce faire, nous utiliserons des données sur la performance des négociants combinés à des

données oculométriques, des données de tests psychologiques ainsi que des données sociodémographiques. Ces données ont été collectées lors d'une étude expérimentale basée sur une combinaison de la littérature en finance comportementale et en psychologie.

Ce mémoire cherche donc à répondre aux deux questions suivantes :

Quel est l'impact de l'attention visuelle et de la mémoire de travail sur la performance des négociants?

Quelle relation ont l'attention visuelle, la mémoire de travail et la tolérance au risque implicite avec la surconfiance des négociants?

3 Structure du mémoire

Ce mémoire par article est composé de deux articles complémentaires. Le premier article répond à la première question de recherche qui est de déterminer l'impact de l'attention visuelle et de la mémoire de travail sur la performance des négociants. Le second article répond quant à lui à la seconde question de recherche soit d'identifier les relations qu'à la surconfiance avec la tolérance au risque ainsi qu'avec les différents processus cognitifs impliqués dans la prise de décision. Pour conclure, nous ferons un rappel des différentes hypothèses et résultats présentés dans les deux articles. Nous présenterons également les limites de l'étude ainsi que les sujets de recherche prometteurs en lien avec la présente étude.

4 Objectifs de l'étude

Ce mémoire a pour objectif de comprendre le rôle qu'on les processus cognitifs dans la performance des négociants ainsi que de comprendre davantage le lien qu'à la surconfiance avec ces processus cognitifs. Pour ce faire, nous comparerons la

performance des négociants avec la performance de leurs processus cognitifs ainsi que leurs caractéristiques individuelles. Ces deux objectifs vont permettre d'enrichir la littérature existante au sujet de la surconfiance des agents économiques. En effet, l'inclusion du rôle que jouent l'attention visuelle, la mémoire de travail et la tolérance au risque implicite par rapport à la surconfiance des négociants permettra d'approfondir les connaissances sur le sujet. Ultiment, cela permettra de développer un modèle théorique de surconfiance plus complet.

5 Contributions potentielles au champ de recherche

Ce mémoire contribue potentiellement à la théorie de la surconfiance de deux différentes manières. Premièrement, il permet de mieux comprendre pourquoi un négociant peut être surconfiant en analysant son attention visuelle, sa mémoire de travail ainsi que sa tolérance au risque implicite. Tel que mentionné précédemment, un nombre très petit d'études ont été effectuées sur la relation qu'on ses facteurs avec la surconfiance. Ce mémoire permettra donc d'approfondir les théories et résultats antérieurs sur la surconfiance des agents économiques (Barber & Odean, 2000; Barber & Odean, 2001; Grinblatt & Keloharju, 2009; Puetz & Ruenzi, 2011; Zacharakis & Shepherd, 2001; Hilary & Menzly, 2006). Deuxièmement, la méthodologie que nous avons utilisée pour répondre à nos questions de recherche semble appropriée pour étudier le comportement des agents économiques. Elle pourrait donc servir pour des études futures sur des sujets similaires. Pour continuer, ce mémoire contribue à la littérature sur les systèmes d'information. En effet, le premier article portant sur la reconnaissance de figures visuelles dans les systèmes d'information illustre l'importance du type de représentation visuelle utilisée dans les systèmes d'information (Vessey, 1991).

Ce mémoire peut également contribuer sur le plan pratique. L'identification des facteurs causant la surconfiance et donc une diminution de la performance permet de cibler les comportements à risque des agents économiques. Cela pourra donc permettre à ces derniers de cerner les situations où ils peuvent être surconfiants. Bien qu'il soit difficile d'éliminer complètement un biais, il est important de savoir comment un tel biais peut affecter un individu. Il peut aussi être possible dans certains cas de le modérer en s'entraînant.

6 Information sur le premier article

Cet article a été accepté pour une présentation à la conférence *NeuroIS 2018* en mars 2018. La présentation du premier article a été faite par l'étudiant lors de la conférence en juin 2018 à Vienne. Cet article s'intitulant « *Cognitive Fit and Visual Pattern Recognition in Financial Information System: An Experimental Study* » sera prochainement publié dans la revue *Springer* « *Information Systems and Neuroscience* ». La version du premier article présent dans ce mémoire diffère légèrement de la version présente dans les actes de la conférence. En effet, les statistiques T de la Table 1 ont été révisées. D'autres modifications mineures ont été apportées au texte. L'analyse des données présentées dans cet article provient de la première phase de recherche réalisée par l'étudiant de ce mémoire.

7 Résumé du premier article

Bien que beaucoup d'études tentent d'expliquer le comportement des agents économiques sur les marchés financiers, peu se penchent sur le rôle que joue l'attention visuelle et la mémoire de travail. Cet article a donc comme objectif d'étudier la relation entre ces processus cognitifs et la performance des négociants. Pour ce faire, nous avons mené une

expérience utilisant entre autres un questionnaire composé de scénarios, un oculomètre ainsi qu'un test psychométrique évaluant la capacité de la mémoire de travail. Les résultats indiquent qu'il existe une relation directe entre la performance des négociants et le temps qu'ils passent à analyser le graphique du prix d'un titre. Ils montrent également la présence d'une relation directe entre la performance des négociants et la capacité de leur mémoire de travail. Les résultats indiquent finalement que les négociants génèrent une performance inférieure lorsqu'ils font face à des nouveaux scénarios dont ils pensent avoir déjà vu auparavant.

8 Information sur le deuxième article

Ce deuxième article « *Why Overconfident Traders Generate a Lower Performance : An Experimental Study* » est présentement en préparation pour soumission à la revue *Journal of Neuroscience, Psychology and Economics*. Les résultats émanent d'une deuxième phase d'analyse faite par l'étudiant de ce mémoire. Les données proviennent cependant de la même expérience réalisée en décembre 2017.

9 Résumé du deuxième article

La surconfiance est l'un des biais comportementaux les plus importants affectant la prise de décision. Avec l'arrivée de la finance comportementale, plusieurs chercheurs ont étudié l'impact de ces biais sur le comportement des agents économiques. Cet article va dans la même direction en étudiant la surconfiance des négociants. Plus précisément, il étudie la relation qu'on l'attention visuelle, la mémoire de travail et la tolérance au risque implicite avec la surconfiance des négociants. Pour ce faire, une expérience a été menée utilisant des simulations de négociation ainsi qu'un questionnaire d'investissement. Les résultats indiquent que plus un négociant est surconfiant, moins de temps il passe à analyser le

graphique du prix d'un titre. Aussi, plus la capacité de mémoire de travail d'un négociant est faible, plus il tend à être surconfiant. De plus, plus la tolérance au risque implicite d'un négociant est élevée, plus il tend à être surconfiant. Ces résultats permettent donc de mieux comprendre pourquoi la surconfiance des négociants se traduit par une performance inférieure.

10 Contributions de l'étudiant pour la rédaction des deux articles

Le tableau suivant indique l'apport de l'étudiant de ce mémoire dans l'ensemble des étapes menant à la rédaction des deux articles qui y sont présentés. Le pourcentage indique la contribution de l'étudiant pour chacune des étapes.

Tableau 1. Contributions de l'étudiant lors de la rédaction des deux articles

Étapes du processus	Contributions
Revue de littérature	Effectuer la revue de littérature pour déterminer les construits testés dans le domaine des mesures neurophysiologiques et auto-rapportées – 100%
Stimuli	Définir les outils de mesures utilisés pour tester les construits – 75% L'étudiant a choisi l'ensemble des stimuli et il a créé ceux qui n'existaient pas. L'usage des stimuli a été approuvé par les directeurs de ce mémoire – 100%
Design expérimental	Concevoir le protocole d'expérimentation – 100%
Recrutement	L'étudiant a effectué le recrutement à l'aide du Panel HEC en plus de gérer les compensations – 100%
Prétests et collecte des données	L'étudiant a dirigé l'ensemble des prétests ainsi que l'ensemble de la collecte des données. Les assistantes de recherche étaient uniquement chargées de l'installation des outils physiologiques sur les participants – 90%

Étapes du processus	Contributions
Extraction et transformation des données	Extraction et mise en forme des données physiologiques, psychométriques, cognitives et émotionnelles pour permettre l'analyse statistique – 100%
Analyse des données	L'analyse des données pour le premier article a été fait en majorité par l'étudiant. Toutefois, l'aide du statisticien du Tech3lab a été nécessaire. L'analyse des données pour le deuxième article a été fait en totalité par l'étudiant – 90%
Rédaction	L'étudiant était responsable de la rédaction des deux articles. Les auteurs ont apporté des commentaires constructifs afin d'améliorer le contenu des articles – 100%

II. Premier article

Cognitive Fit and Visual Pattern Recognition in Financial Information

System: An Experimental Study

Jérôme Martin, Martin Boyer, Pierre-Majorique Léger and Laurence Dumont

HEC Montreal, Montreal, Canada

{jerome.martin, martin.boyer, pierre-majorique.leger, laurence.dumont }@hec.ca

Abstract. This experimental study uses traders to understand the effect of cognitive fit on the performance of decision makers for pattern recognition tasks using financial information systems. Building upon signal detection theory, we find that performance is affected by both attention level and working memory capacity while the level of knowledge in finance and experience in finance have no significant impact. Our results also suggest that overconfidence has a detrimental effect on performance.

Keywords: Decision Making · Behavioral Finance · Cognitive Fit · Pattern Recognition

1 Introduction

Despite the rise of machine learning and artificial intelligence, there are still numerous IT jobs that rely on visual pattern recognition in monitoring tasks. This is the case of traders using financial information system (FIS) who must be able to recognize recurrent patterns

in visual task monitoring. By recognizing those patterns, technical traders are making investment decisions based on their anticipation of market reaction. The objective of this paper is to study the effect of cognitive fit [1] on the performance of decision makers for pattern detection in a FIS. Specifically, we conducted a laboratory experiment to examine the effect of attention and working memory on the performance of traders in a recall financial task.

2 Literature Review

Attention refers to the selectivity mechanisms that allow us to process the information we classify as important [2]. Selective visual attention allows us to ignore irrelevant information and direct our processing capacities to the stimuli that are aligned with our goals. Only relevant information based on pattern recognition is processed. In connection with decision making, visual attention narrows attention to fixate on stimuli required for decision making. Fixating a stimulus improves perceptual representation by strengthening its visual attributes and location, thus reinforcing the influence of fixated stimuli as compared to the non-fixated stimuli [3]. Attention also plays an important role for pattern recognition [4].

Working memory refers to the cognitive system responsible for manipulating information temporarily available for processing in short term memory [5]. It has been shown that performance on working memory predicts performance on a wide range of cognitive tasks such as reasoning, reading, and more [6,7,8]. However, this system can only store a limited amount of information [9,10]. Different types of errors can occur when trying to recall information from working memory. Such errors are accounted for in the signal detection theory, which sorts pattern recognition trials into one of four categories (Hit:

pattern present and respond present, Miss: pattern present and respond absent, Correct rejection: pattern absent and respond absent, False alarm: pattern absent and respond present) [11].

Further, a strong relationship between attention and working memory has been demonstrated by the eye-mind assumption [12]. This theory holds that working memory's limited capacity leads individuals to rely on fixations to reduce working memory's cognitive load during challenging tasks [13,14,15]. Eye-tracking studies testing the eye-mind assumption have demonstrated a significant positive relationship between working memory load and both the number of fixations [16] and fixation durations [17].

3 Hypotheses Development

Before developing our hypotheses, we will make two assumptions. Since attention and working memory are useful mechanisms in problem representation as well as in pattern recognition, we expect that they will be positively correlated to the performance of decision makers.

H1 - The performance of decision makers is positively correlated to their working memory capacity.

H2 - The performance of decision makers is positively correlated to their attention level.

We also expect that decision makers will perform differently depending on their signal classification trials by the signal detection theory [6,7,8]. More precisely, we expect that decision makers with higher propensity to think they face a seen pattern will perform better in general but will have a lower performance for false alarms trials. Indeed, these participants will rely on what was previously stored in their working memory to solve the

task while no trace of the actual pattern will be present in it. Thus, decision makers with biased working memory will think they saw previous patterns more often than unbiased decision makers. This situation could represent overconfidence resulting in poor decision-making [18,19].

H3 - The performance of decision makers is impacted negatively when facing a new task which they think they have previously faced.

Finally, it is expected that decision makers will show different attention levels based on their trial classification by the signal detection theory [3,4]. More specifically, we expect that they will show a lower attention level for hit trials, as they will accurately recognize a pattern they have previously been exposed to. This implies that a lower attention level is required to make an appropriate decision.

H4 - The performance of decision makers is less impacted by their attention level for a task they know they previously faced.

4 Methodology

To answer the research question, we conducted a within subject experiment. Thirty individuals (22 males) aged between 18 and 42 years (average 24.63, std. dev 5.90) were recruited from our institution's research panel. Ethics approval was obtained by our institution's Research Ethics Board. Since our study focuses on novice investors, participants needed to have completed a maximum of three finance courses to be eligible. In exchange for their participation, individuals received a 20\$ gift card that could be exchanged at the university's bookstore. Their performance was incentivized by a chance to win an additional 200\$ gift card to the bookstore.

The experiment consisted of four separate blocks that were conducted in a financial information system (FIS) context. First, participants answered a questionnaire gathering demographic information, such as gender, age, self-reported knowledge in finance, working experience in finance, and their experience investing in capital markets.

Two five-minute trading simulation tasks were then presented to the participants so that they could become familiar with the trading platform and the behavior of the fictive market index we used in this experiment. During these simulations, participants were given the objective to generate the highest profit possible.

In the third block, participants were exposed to 16 scenarios which were part of what we call the “Investment Survey”. Each scenario featured a chart showing the evolution of the price of the same fictive market index as in the second task. Half of the scenarios were taken from the second task and the other half were new scenarios. The charts displayed a price path length equivalent to one fifth of simulation. For each scenario, participants had to make an investment decision and to determine the number of contracts they wanted to trade. They also had to determine if they recall seeing the price path shown by the chart during the second task. The scenarios were presented in two random groups containing eight different scenarios. For each scenario, we calculated the participant performance based on a predetermined ending price. The ending price for scenarios taken from the second task were simply the price value 15 seconds after the end of each chart shown in the scenarios, while the ending price for the scenarios participants did not see were designed like scenarios that could be expected in the trading simulations and were all the same for each participant.

Finally, for the fourth task, participants underwent a n-back 1 test to assess their working memory [20]. During this test, small white squares appear on the screen at one of the 15

possible locations and participants had to determine if the square they saw was at the same place as a previous square. This test gave a n-back 1 score which represents working memory capacity and a n-back 1 bias which measures the propensity to answer positively (that the square is in the same place as the previous one) [21].

We used eye tracking to record the participant's eye movement during the experiment. The eye movements were tracked using an infrared pupil reflection system (SMI RED250) with a sampling rate of 60 Hz. We constructed one area of interest (AOI) which captured the whole chart for every scenario of the Investment Survey allowing us to generate eye fixation related data for the chart area.

5 Results

To test our hypotheses, we performed two independent linear mixed model regressions shown in Table 1. For each of these regressions, we included five control variables (gender, age, level of knowledge, job in finance and investment experience of participants) and they were not significant for all regressions. The first regression tested the impact of the n-back 1 score on the total profit in the Investment Survey with the control variables. We found that the n-back 1 score positively predicts the performance. The second regression tested the impact of the number of fixations in the chart on the total profit in the Investment Survey with control variables. We found that the number of fixations in the chart also affects positively the total profit.

Table 1. Summary of linear mixed model regressions of working memory and attention on total profit (with control variables)

Effect on total profit	B	SE B	DF	t	p
(H1) N-back 1 score	22.938	12.921	450	1.78	0.077*
(H2) Number of fixations in the chart	1.041	0.614	449	1.70	0.091*

* $p < .10$ (two-sided)

Table 2. Summary of linear mixed model regressions of the interaction between working memory or attention and the type of scenario on total profit (with control variables)

Effect	B	SE B	DF	t	p
(H1) N-back 1 bias	64.501	25.548	448	2.52	0.012**
(H1) N-back 1 bias with scenario not seen but reported as seen	-82.598	26.478	448	-3.12	0.002**
(H2) Number of fixations in the chart	1.625	0.647	447	2.51	0.012**
(H2) Number of fixations in the chart with scenario seen and reported as seen	-1.702	0.628	447	-2.71	0.007**
(H2) Fixations duration in the chart	0.004	0.002	448	2.17	0.031**
(H2) Fixations duration in the chart with scenario seen and reported as seen	-0.006	0.002	448	-2.81	0.005**

* $p < .10$ ** $p < .05$ (two-sided)

We next performed linear mixed model regressions to see the interaction between n-back measures and the type of scenario based on whether participant saw it previously or not, and whether he reported it as seen or unseen. We also used the same control variables (see Table 2). We found a positive relationship between n-back 1 bias and total profit, but this effect is negative for false alarms trials (unseen scenarios that were reported as seen). We also did the same regressions on total profit with the number of fixations in the chart as

well as with the fixations duration in the chart. Both regressions showed the same results; a positive impact on total profit with a negative effect for hit trials (seen scenarios that were reported as seen).

6 Discussion and Conclusion

These first results show that both attention and working memory are positively correlated to performance of decision makers, which supports H1 and H2. They also support previous findings for both working memory-performance relationship [6,8], and attention-performance relationship [22]. Having a higher working memory capacity and looking longer at the chart result in a superior performance. Additionally, the smaller effect of the n-back 1 bias on total profit for false alarm trials (not seen but reported as seen) supports H3 and could indicate that participants were affected by overconfidence. It has already been demonstrated that investors affected by overconfidence make poor investment decisions which results in lower investment returns [18,19]. We also found that the longer and the more frequently participants look at the charts, the higher the profit they generate, but this effect is less important for hit trials supporting H4. This finding could indicate that participants should rely more on their working memory when making investment decisions in presence of scenarios they know they already saw rather than putting too much weight on their external memory. Sadly, this situation is not representative of real investment decisions when capital markets are efficient. The situation does correspond, however, to markets where technical analysis is extensively used.

In conclusion, the objective of this study was to determine how attention and working memory affect the performance of decision makers and more specifically beginner

investors. We found that both attention and working memory are positively correlated to performance which confirms the importance of using the right type of external representation as stated by the cognitive fit theory [1]. It would be interesting to incorporate a function reporting the resemblance degree of visual patterns when creating new FIS. We also found that beginner investors are subject to overconfidence. These results are limited to novice investors and therefore should not be considered as representative of all decision makers. Future research should focus on expert decision makers to see if we will find the same results. It would also be interesting test the impact of decision makers risk profile on problem-solving performance. Finally, it would be interesting to evaluate the impact of overconfidence on decision makers' problem-solving performance.

References

1. Vessey, I.: Cognitive fit: A theory-based analysis of the graphs versus tables literature. *Decision Sciences*. 22.2, 219-240 (1991)
2. Carrasco, M.: Visual attention: The past 25 years. *Vision research*, 51.13, 1484-1525 (2011)
3. Orquin, J. L., Loose, S. M.: Attention and choice: A review on eye movements in decision making. *Acta psychologica*, 144.1, 190-206 (2013)
4. Posner, M. I., Petersen, S. E.: The attention system of the human brain. *Annual review of neuroscience*, 13.1, 25-42 (1990)
5. Miyake, A., Shah, P. (Eds.): *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge University Press, Cambridge (1999)
6. Daneman, M., Carpenter, P. A.: Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19.4, 450-466 (1980)
7. Ackerman, P. L., Beier, M. E., Boyle, M. O.: Working memory and intelligence: The same or different constructs?. *Psychological bulletin*, 131.1, 30-60 (2005)
8. Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Conway, A. R.: Working memory capacity and fluid intelligence are strongly related constructs: comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological bulletin*, 131.1, 66-71 (2005)
9. Cowan, N.: The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *The Behavioral and brain sciences*, 24.1, 87-114 (2001)
10. Miller, G. A.: The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63.2, 81 (1956)

11. Tanner Jr, W. P., Swets, J. A.: A decision-making theory of visual detection. *Psychological review*, 61.6, 401 (1954)
12. Just, M. A., Carpenter, P. A.: Using eye fixations to study reading comprehension. *New methods in reading comprehension research*, 151-182 (1984)
13. Droll, J. A., Hayhoe, M. M.: Trade-offs between gaze and working memory use. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33.6, 1352 (2007)
14. Hayhoe, M. M., Bensinger, D. G., Ballard, D. H.: Task constraints in visual working memory. *Vision Research*, 38.1, 125-137 (1998)
15. Karn, K. S., Hayhoe, M. M.: Memory representations guide targeting eye movements in a natural task. *Visual Cognition*, 7.6, 673-703 (2000)
16. Just, M. A., Carpenter, P. A.: Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive psychology*, 8,4, 441-480 (1976)
17. Gould, J. D.: Eye movements during visual search and memory search. *Journal of experimental psychology*, 98.1, 184 (1973)
18. Odean, T.: Do investors trade too much?. *American economic review*, 89.5, 1279-1298 (1999)
19. Barber, B. M., Odean, T.: Trading is hazardous to your wealth: The common stock investment performance of individual investors. *The journal of Finance*, 55.2, 773-806 (2000)
20. Kirchner, W. K.: Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of experimental psychology*, 55.4, 352 (1958)

21. Kramer, J. H., Mungas, D., Possin, K. L., Rankin, K. P., Boxer, A. L., Rosen, H. J., Widmeyer, M.: NIH EXAMINER: conceptualization and development of an executive function battery. *Journal of the international neuropsychological society*, 20.1, 11-19 (2014)
22. Prinzmetal, W., McCool, C., Park, S.: Attention: reaction time and accuracy reveal different mechanisms. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134.1, 73-92 (2005)

III. Deuxième article

Why Overconfident Traders Generate a Lower Performance: An Experimental Study

Jérôme Martin, Martin Boyer, Pierre-Majorique Léger, Laurence Dumont

HEC Montreal

We conducted a within subject experiment to determine whether visual attention, visual working memory performance and implicit risk tolerance could explain why overconfident traders generate a lower performance. Participants ($n = 30$) performed two trading simulations and sixteen investment scenarios where we assessed their confidence level and performance. We used eye-tracking to measure visual attention during the trading tasks, the implicit risk tolerance was calculated using an implicit association test (IAT) while visual working memory performance was measured with a n-back 1 test. Results suggests that visual attention level is lower for overconfident traders. Also, traders with lower visual working memory performance tend to display overconfident attitudes during the investment scenarios and behavior during the trading simulations. Finally, higher implicit risk tolerance was associated with overconfidence behavior during the trading simulations only. Although this study was conducted with a small sample, these findings are the first step to explain why overconfident traders experienced lower performance.

Keywords: overconfidence, implicit risk tolerance, visual attention, working memory

1 Introduction

Overconfidence is recognized as one of the most important behavioral bias in decision-making (Skala, 2008). The overconfidence effect refers to situations when a person exhibits high confidence level caused by the overestimation of his own intuitive ability; its subjective confidence according to his judgment, is significantly greater than the objective accuracy of those judgments (Pallier, Wilkinson, Danthiir, Kleitman, Knezevic, Stankov & Roberts, 2002).

Researchers in behavioral finance have repeatedly demonstrated that overconfidence can have significant consequences on traders (Kumar & Goyal, 2015). Since Odean (1999) and Barber & Odean (2000) demonstrated that overconfidence increases risk taking and trading volume generating higher turnover ratios and trading fees resulting in lower net returns, numerous research on overconfidence has been done. Indeed, many theoretical models have incorporated the effects of overconfidence to account for these behaviour deviants from rationality predicted by models of traditional finance (Daniel, Hirshleifer & Subrahmanyam, 1998; Benos, 1998; Gervais & Odean, 2001). In connection with these theoretical models, numerous studies found evidences of overconfidence regarding mutual fund managers (Puetz & Ruenzi, 2011), venture capitalists (Zacharakis & Shepherd, 2001), financial analysts (Hilary & Menzly, 2006), and retail investors (Barber & Odean, 2000; Barber & Odean, 2001; Grinblatt & Keloharju, 2009). Recent experimental studies on overconfidence also found the same conclusions (D'Acunto, 2015; Pikulina, Renneboog & Tobler, 2017). These findings demonstrate that such biases alter the rational behavior of individuals. Behavioral biases can explain irrational phenomenon such as the difference between investors portfolio risk

level and their self-reported risk level (Morse, 1998). Indeed, the self-reported risk tolerance level of investors does not match the risk level of their investments. Moreover, recent studies showed that risk preferences are more accurately measured using an economic task instead of using a questionnaire (Harrison & Elisabet Rutström, 2008; Anderson & Mellor, 2009). Thus, when assessing individuals' risk tolerance, we must use measures that captures the effect of behavioral biases.

Different lower-level cognitive processes such as visual attention and working memory intervenes in the decision-making process (Orquin & Loose, 2013; Hinson, Jameson & Whitney, 2003). Thus, to fully understand the processes behind overconfidence, it is important to understand the implication of these processes. Although the impacts of overconfidence on performance of decision makers has been thoroughly research in the previous decades, there is no studies, to our knowledge, that examines the relationship between visual attention, working memory and overconfidence. The interaction between overconfidence and these cognitive processes and traits remain unclear. Studying these relationships could allow us to understand why overconfidence has a negative impact on traders' performance.

In this study, we investigate the connection between overconfidence and visual attention, visual working memory performance and implicit risk tolerance. We conducted a within subject experiment to evaluate traders' performance and confidence level using trading simulations and an investment survey. We used eye-tracking to measure their visual attention and we assessed their visual working memory performance and implicit risk tolerance with psychometric tests.

2 Literature Review

Cognitive Processes

Cognitive processes are mechanisms in the brain allowing us to learn, remember and think about information we receive from the environment (Sternberg & Sternberg, 2016). Memory, attention, perception and problem solving are all cognitive processes. In this study, we focus on two specific cognitive processes; visual attention and visual working memory.

Visual Attention

Visual attention refers to the mechanism that allow to selectively process the large amount of information seen based on its priority for goal completion (Carrasco, 2011). The large quantity of information captured by the eyes together with the limited processing capacity of the brain caused by it's restricted amount of available energy makes visual attention a selective process (Lennie, 2003). Visual attention can be differentiated into overt attention and covert attention (Wright & Ward, 2008). Overt attention occurs when moving the eyes over a specific location while covert attention occurs when shifting the focus to the periphery without moving the eyes.

Moreover, although decision-making models do not include visual attention, evidences suggest that it plays an important role in the decision-making process (Orquin & Loose, 2013). Indeed, the drift diffusion model suggests that decisions are based on information gathered during fixations (Krajbich, Armel & Rangel, 2010). Visual attention has also been studied in connexion with behavioral biases in investments (Shavit, Giorgetta, Shani & Ferlazzo, 2010). Using an eye tracker, they found that investors spend

more time looking at individual assets rather than the aggregated portfolio. They also found that investors look more at the value of gaining assets than the value of losing assets. Finally, it has been observed that overconfidence affects gaze direction by lowering the first fixation average duration and the number of fixations (Innocenti, Rufa & Semmoloni, 2010). Thus, overconfident players spent less time looking at the stimuli before deciding. Decision-making research should thus take in consideration the research on visual attention.

Working Memory

Working memory is a cognitive system storing and manipulating temporarily information ready for processing (Miyake & Shah, 1999). This cognitive system is known to be essential for reasoning and thus takes part in the decision-making process (Diamond, 2013). However, working memory has a limited capacity (Miller, 1956). The visuo-spatial sketchpad is a component of the working memory responsible for storing and manipulating visual information (Baddeley, 1992). The visuo-spatial sketchpad has his own memory and thus can work simultaneously with the phonological loop. Thus, visual pattern recognition relies on visual working memory performance (Larsen & Bundesen, 1978).

Many studies found that working memory capacity is positively correlated with the performance of cognitive tasks such as reasoning (Ackerman, Beier & Boyle, 2005; Kane, Hambrick & Conway, 2005), reading (Daneman & Carpenter, 1980; Carretti, Borella, Cornoldi & De Beni, 2009) and decision-making tasks (Hinson, Jameson & Whitney, 2003; Bechara, Damasio & Damasio, 2000). Thus, working memory can be used to predict individuals' performance in cognitive tasks. Working memory capacity

has also been studied in connexion with financial decision-making (Chen & Sun, 2003). They found that older adults used a less complex deal strategy and also have lower working memory capacity compared to young adults. Also, it has been demonstrated that the limited capacity of working memory partly explains the presence of overconfidence (Juslin, Winman & Hansson, 2007).

Risk Behavior

Risk behavior refers to individuals' behaviors involved in situations that may cause potential harm such as investing and trading. The theory of planned behavior indicates that individual's behavior depends on their attitude toward the behavior, the subjective norm and the perceived behavioral control (Ajzen, 1991). In an expected utility context, risk attitude represents the shape of the utility function of individuals (Tversky & Kahneman, 1992). In a risk-return framework, risk attitude is defined as the preference for assets having a certain level of risk while the subjective norm and perceived behavioral control represent the perceived risk and the expected outcomes (Sarin & Weber, 1993; Weber, Blais & Betz, 2002).

Thus, risk behavior depends on both the perceived assets characteristics and individual's risk attitude, in connection with the cognitive processes involved in decision-making. Cognitive processes involved in social judgment and behavior are defined by the dual-process theories (Gawronski & Creighton, 2013). These theories separate cognitive processes in two categories; automatic processes (System 1) and controlled processes (System 2) (Kahneman & Frederick, 2002). System 1 regroups processes that are effortless, implicit and associative while System 2 includes processes that are controlled and deductive. The dual-process theories also indicate that System 1 is mainly driven by

emotions and past experience whereas System 2 concerns conscious and more rational mechanisms. Thus, risk behavior is not only affected by rational processes but also by implicit processes governed by emotions and past experience.

Typical means of measuring risk tolerance is through self-reported questionnaire, which involves controlled and planned processes and is prone to social desirability bias (Van de Mortel, 2008). Hence, it has little to no means of capturing the contribution of implicit processes in the risk tolerance profile of individuals (Fazio & Olson, 2003). This could explain why risk tolerance measures determined by such questionnaire does not match portfolio risk of individuals (Morse, 1998) and brings forward the need to use risk tolerance measures that can tease apart the importance of System-1 (or implicit) processes in risk-taking behavior.

Risk tolerance profiling need to consider the implicit component of risk behavior instead of focusing mainly on controlled processes. Moreover, using implicit measures to assess risk tolerance has two main advantages compared to explicit measures; results are difficult to alter or fake and the purpose of this kind of test is harder to identify. The implicit association test (IAT) is widely used to measure implicit cognition (Greenwald, Poehlman, Uhlmann & Banaji, 2009). This test has been used to determine individuals' behavior for numerous fields such as predicting anxiety (Egloff & Schmukle, 2002), alcohol consumption (Lindgren, Neighbors, Teachman, Wiers, Westgate & Greenwald, 2013), discriminatory behavior (McConnell & Leibold, 2001) and brand consumer attitudes (Maison, Greenwald & Bruin, 2004). Furthermore, an IAT measuring implicit risk tolerance in a financial context has already been developed (Fehr & Hari, 2014). Results shown a positive but low correlation between the IAT scores and risk tolerance

questionnaire scores. However, this study does not evaluate whether the IAT scores reflect the portfolio risk of investors.

3 Hypotheses

Overconfidence and performance

Previous research on overconfidence shown that the high trading level of overconfident investors leads to significantly lower returns (Barber & Odean, 2000). They demonstrated that investors who trade the most have lower expected utility compared to those who trade less, caused by the cost of trading and the trading frequency. Barber and Odean also found an average turnover of about 75 percent per year while the 20 percent investors who traded the most had an average turnover of more than 150 percent per year. More recent studies found similar results (Grinblatt & Keloharju, 2009; Glaser & Weber, 2007; Statman, Thorley & Vorkink, 2006). Thus, if participants of our study are affected by overconfidence, we should observe a lower performance for traders who are the most overconfident.

Hypothesis 1: The highest overconfidence measures of traders are, the lower their net profit is.

Overconfidence and visual attention

Solely one study found that gaze direction is affected by overconfidence (Innocenti, Rufa & Semmoloni, 2010). During a laboratory experiment, participants had to predict which of the two envelopes contained the monetary reward. Participants' screen displayed a private signal and the former choice of other participants. They found that participants categorized as overconfident had lower first fixation average duration and number of

fixations on the screen before deciding. Thus, if participants of our study are overconfident, we should find that overconfident participants gaze will be affected by this bias reducing the time spent looking a stimulus before making a decision.

Hypothesis 2: The highest overconfidence measures of traders are, the lower their number of fixations and fixations duration on the stimuli are.

Overconfidence and visual working memory performance

It has been demonstrated that the limited capacity of working memory contributes to the presence of overconfidence (Juslin, Winman & Hansson, 2007). In fact, this study highlights that such limitations determine the quantity of information that can be used by the working memory to produce confidence intervals. They indicate that having less information available in the working memory to produce confidence intervals makes individuals rely more on such information since they have nothing else to rely on. This theory has been validated with a laboratory experiment where subjects had to generate confidence intervals (Hansson, Juslin & Winman, 2008). They found that increasing task experience is not sufficient to eliminate overconfidence because it comes from working memory limitations.

Hypothesis 3: The lowest the visual working memory performance of traders is, the higher the overconfidence measures of traders are.

Overconfidence and implicit risk tolerance

Overconfidence is an emotional bias associated with taking more risk (Odean 1998; Hirshleifer & Luo, 2001; Nosić & Weber, 2010). Implicit preferences for risk driven by past experience and emotions can be measured by implicit risk tolerance measures such

as the IAT (Greenwald, Poehlman, Uhlmann & Banaji, 2009). Thus, we can expect that assessing traders implicit risk tolerance will inform us in terms of both overconfidence and risk attitudes. Indeed, traders with higher implicit risk preference should also be more overconfident since they will rely more on their System 1. However, since higher implicit risk preference corresponds to lower IAT scores, we should find the opposite relationship.

Hypothesis 4: The lowest the IAT score of traders is, the higher the overconfidence measures of traders are.

4 Methodology

To test our hypotheses, we conducted a within subject experiment made of five separate tasks with only one condition (see Figure 1). It took each participant an average of one hour to complete the experiment. 30 participants took part in the experiment and each of them received a 20\$ gift card at the university’s bookstore as a fixed compensation. An additional 200\$ gift card was given in the form of a lottery where their performance would increase their chances of winning as an incentive for their involvement and effort in the tasks. The study has been reviewed and accepted by our institution’s Research Ethics Board.

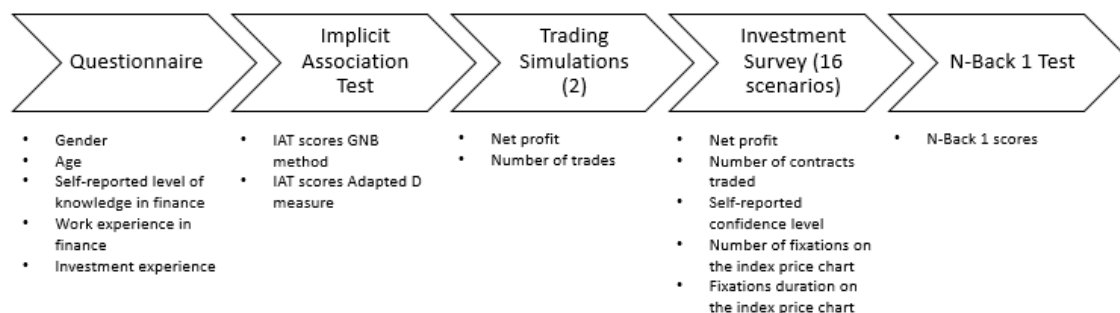


Fig. 1 Experiment flow chart

Experimental Design

First, participants answered a short online sociodemographic questionnaire (Qualtrics, Utah, United States). Second, an implicit association test (IAT) was presented to the participants (FreeIAT, Raleigh, United States). We designed the IAT according to previous research on implicit risk tolerance (see Fehr & Hari, 2014 for the IAT methodology). Indeed, we used the same attributes and type of images. The only difference was that images representing money were in Canadian and United States currencies instead of Swiss franc since it was more representative for participants.

The third task consisted of two five minutes trading simulations (Rotman Interactive Trader, Toronto, Canada). Participants had to trade futures contracts based on a fictive market index we created for the experiment. The only information participants had regarding the index was the price chart displaying the movements of its price. The index price was moving every second of the simulations.

For the fourth task participants answered an online investment survey (Qualtrics, Utah, United States). The investment survey included 16 scenarios based on the same fictive index as in the trading simulations. Half of the scenarios were taken from the trading simulations, and thus were already seen by the participants. Each seen scenario was created using one fifth of the price path used for a trading simulation. The other half were new, unseen scenarios and they were conceived similarly to the ones taken from the trading simulations. We included seen scenarios in the investment survey so that participants who remembered how the index behaved during the trading simulations could take the appropriate positions in the investment survey like technical traders (Kirkpatrick II & Dahlquist, 2010). For each scenario, there was a chart displaying the price movement

of the fictive index. Participants had to make an investment decision for each scenario. We calculated their performance for each scenario. For scenarios taken from the trading simulations, the price used to calculate the performance corresponded to the trading simulation index price 15 seconds after the last index price presented in the scenario. We were thus able to create four different seen scenarios with a price path used in the trading simulations. For the new scenarios, the ending price was predetermined, and it was the same order of magnitude as the already seen scenarios. Participants did not receive any feedback after completing a scenario and there was no time constraint to complete the investment survey. Moreover, the scenarios were presented randomly.

For the last task, a n-back 1 test was presented to participants (PsychoPy, Nottingham, United-Kingdom). This test showed a series of 30 small white squares appearing at one of the 15 different locations on the screen. Participants needed to determine if the presented square was at the same place as the previous square presented. Squares were presented for 1000 milliseconds. Between each square, a number appeared in the center of the screen for 500 msec. Participants had to tell the number to the instructor preventing participants to fixate the location of the previous square presented.

Participants

Participants ($n = 30$) were recruited from the research panel or our university. On the 30 participants, 22 were male and 8 were female. They were between 18 and 42 years old (average 24.63, std. dev 5.90). We had several exclusion criteria for recruiting participants to ensure that data collected were exploitable: participants needed to be able to work at a computer without the need of corrective lenses, they must not have astigmatism and never had a laser vision correction. Moreover, since we study the behavior of novice traders,

participants needed to have completed a maximum of three university finance courses to be eligible.

Procedures

Participants arrived at the lab and were told they would take part in an experiment studying decision-making in a trading context. They also receive a short description of the five tasks they were about to perform. They were then informed about the fixed remuneration and the possibility to win the additional remuneration.

Before starting to answer the sociodemographic questionnaire, participants were told they had to complete a questionnaire about their level of knowledge in finance and that they had to answer as faithfully as possible.

Next, they were giving instructions on how to perform the IAT. Among other things, they were told that words or images will appear on the screen and they must determine if they correspond to safety or risk by pressing the corresponding keyboard key. Moreover, they were told to answer as fast as possible otherwise their score will not be interpretable.

For the trading simulations, the goal given to participants was to generate the highest profit possible. They also receive additional information such as the trading limits, the position limits and the transaction costs.

Next, before beginning to answer the investment survey, participants were shown an example of scenario. Participants were told that each chart corresponded to the last trading day. Based on the charts, participants had to make an investment decision for each scenario. They also had to decide the number of contracts they wanted to trade and to rate their confidence level on a Likert scale for each investment decision. As in the trading

simulations, participants were given the objective to generate the highest profit possible. Finally, participants were given instructions on how to perform the n-back 1 test. Then, they did a practice n-back 1 test followed by the real n-back 1 test.

Instruments and Measures

First, data regarding the sociodemographic questionnaire returned participants' gender, age, self-reported level of knowledge of finance, working experience in finance and investment experiences. Second, the IAT gathered the reaction time and the participant answer for each trial necessary for the calculation of the implicit risk tolerance scores. Third, we obtained data on participants net profit and number of trades for each trading simulation. Fourth, n-back 1 test returned the n-back 1 scores measuring participants visual working memory capacity (Kramer, Mungas, Possin, Rankin, Boxer, Rosen, Bostrom, Sinha, Berhel & Widmeyer, 2014; Kirchner, 1958).

Finally, we used an infrared pupil reflection system SMI RED250 (SensoMotoric Instruments, Berlin, Germany) with a sampling rate of 60 Hz to record participants' eye movement on the screen.

Variables Operationalization

For the trading simulations, the overconfidence was measured by the participants number of trades. For the investment survey, the overconfidence was measured by participants number of contracts traded and their self-reported confidence level regarding their investment decisions. Performance measures are the net profit in both the trading simulations and the investment survey. Visual attention measures were defined as the number of fixations and the fixation durations on an area of interest (AOI). Visual working

memory capacity was measured by the n-back 1 score. Finally, the implicit risk tolerance was measured by two scores generated from the IAT; the GNB and the adapted D scores (Greenwald, Nosek & Banaji, 2003; Gattol, Sääksjärvi & Carbon, 2011). Although both methods are very similar, we decided to also use the adapted D measure to calculate the IAT scores because of the use of a dynamic boundary, which can help adjust scores depending on individual differences (2.5 times the SD added to the mean of all trials of the third and fifth block).

Data Analysis

We needed to perform two data transformations before calculating the results. First, we extracted the eye movement data. All the charts in the investment survey were defined as an area of interest (AOI) allowing us to compute eye-fixation data for each chart. Thus, we gathered the number of fixations and the fixations duration for each AOI.

Second, we calculated the IAT scores for each participant following both the GNB and the adapted D measure methodologies. The lowest and highest possible IAT scores are respectively -2.00 and 2.00. A negative IAT score indicates a preference for risk while a positive IAT score imply a preference for safety. Participants' implicit risk tolerance score were ranging from 0.1353 to 1.3426 with an average of 0.7798 and a standard deviation of 0.3154 for the GNB method. For the adapted D measure, the scores were ranging from -0.0803 to 1.4030 with an average of 0.8454 and a standard deviation of 0.3805. The implicit risk tolerance scores for the GNB method are aligned with previous research (Fehr & Hari, 2014) while our adapted D measure scores are higher. This difference is due to a smaller pooled standard deviation of our sample caused by the omission of outlier trials (525.19 ms compared to 730.03 ms).

5 Results

Results for the Investment Survey

Table 1 represents the results for the investment survey. Confidence was measured by the self-reported confidence level and the number of contracts traded for each scenario. We performed independent linear mixed model regressions to test our hypotheses. Each regression included was controlled for participants' gender, age, self-reported level of knowledge in finance, work experience in finance and investment experience. Table 1 display the coefficients and the p-values of the independent variable for each regression. Control variables were however not significant for all regressions.

Table 1: Estimates of the Independent Variables for the Investment Survey ($n = 480$)

Panel A: Coefficient estimates of overconfidence for net profit (H1)				
Variable	NETP			
	β	p		
CONF	7.1629	0.5056		
NBCON	-20.5751	0.0037***		
Panel B: Coefficient estimates of overconfidence for visual attention (H2)				
Variable	NBFIX		FIXDU	
	β	p	β	p
CONF	-0.1098	<.0001***	-0.1216	<.0001***
NBCON	-0.0320	0.0066***	-0.0399	0.0017***
Panel C: Coefficient estimates of working memory capacity for overconfidence (H3)				
Variable	CONF		NBCON	
	β	p	β	p
NBACK	-0.1637	0.0846*	-0.1418	0.1787
Panel D: Coefficient estimates of implicit risk tolerance for overconfidence (H4)				
Variable	CONF		NBCON	
	β	p	β	p
IATIA	-0.3899	0.4505	-0.2838	0.6153
IATAD	-0.2456	0.5678	-0.0872	0.8526

Note: Only the estimates of the independent variables are presented in this table. P-values are two-tailed. CONF = confidence level; NBCON = number of contracts traded; NETP = net profit; NBFIX = number of fixations; FIXDU = fixations duration; NBACK = n-back 1 score; IATIA = IAT GNB score the improved algorithm; IATAD = IAT GNB score the adapted d measure. * Significant at 10% level. ** Significant at 5% level. *** Significant at 1% level.

First, the multivariate regressions testing the effect of confidence on net profit (H1) returned a significant negative relationship only for the number of contracts traded supporting H1 ($\beta = -20.5751$; $p = 0.0037$; two-tailed). It seems that the net profit of participants is not related with their self-reported confidence level but decreases as the number of contracts traded increase.

Second, the multivariate regressions testing the effect of confidence on the number of fixations (H2) showed a significant negative relationship for both the confidence level ($\beta = -0.1098$; $p < 0.0001$; two-tailed) and the number of contracts traded ($\beta = -0.0320$; $p = 0.0066$; two-tailed) supporting H2. We also found the same relationship for the fixations duration with both the confidence level ($\beta = -0.1216$; $p < 0.0001$; two-tailed) and the number of contracts traded ($\beta = -0.0399$; $p = 0.0017$; two-tailed) (H2). Indeed, the more confident they were, the less they looked at the chart before making an investment decision.

Third, the multivariate regressions testing the effect of the visual working memory performance on confidence (H3) returned a negative relationship for both behavioral confidence variable but was only marginally significant for the self-reported confidence level ($\beta = -0.1637$; $p = 0.0846$; two-tailed) supporting H3. Thus, participants with lower visual working memory performance traded more contracts during the investment survey.

Finally, the multivariate regressions on the relationship between implicit risk tolerance on confidence (H4) were not significant for both the GNB improved algorithm and GNB adapted D measure and thus do not support H4.

Finally, Table 2 shows additional results for the investment survey.

Table 2: Correlation Coefficients of the Variable for the Investment Survey ($n = 480$)

	CONF	NBCON	NETP	NBACK	NBFIK	FIXDU	IATIA	IATAD
CONF	1	0.2008 ***	0.0133	-0.1691 ***	-0.0925 **	-0.1280 ***	-0.0273	-0.0345
NBCON		1	-0.1445 ***	-0.1248 ***	-0.0936 **	-0.1471 ***	0.0098	0.0126
NETP			1	0.1093 **	0.0511	0.0393	0.0750	0.0682
NBACK				1	-0.1542 ***	-0.1054 **	0.2663 ***	0.2838 ***
NBFIK					1	0.9368 ***	-0.2007 ***	-0.2106 ***
FIXDU						1	-0.2023 ***	-0.2172 ***
IATIA							1	0.9686 ***
IATAD								1

CONF = confidence level; NBCON = number of contracts traded; NETP = net profit; NBFIK = number of fixations; FIXDU = fixations duration; NBACK = n-back 1 score; IATIA = IAT GNB score the improved algorithm; IATAD = IAT GNB score the adapted d measure. * Significant at 10% level. ** Significant at 5% level. *** Significant at 1% level.

Results for the Trading Simulations

Table 3 shows the results for the trading simulations. Confidence was measured by the number of trades during the five minutes trading simulation. We performed independent linear regressions to test our hypotheses ($n = 60$). We did not include any control variables given our sample size. Table 2 display the coefficients and the p-values of the independent variable for H1, H3 and H4.

Table 3: Estimates of the Independent Variables for the Trading Simulations ($n = 60$)

Panel A: Coefficient estimate of overconfidence for net profit (H1)		
	NETP	
Variable	β	p
NBTR	-17.7900	0.0062***
Panel B: Coefficient estimate of working memory capacity for overconfidence (H3)		
	NBTR	
Variable	β	p
NBACK	-10.5664	<.0001***
Panel C: Coefficient estimates of implicit risk tolerance for overconfidence (H4)		
	NBTR	
Variable	β	p
IATIA	-22.7738	0.0322**
IATAD	-17.0547	0.0538*

Note: P-values are two-tailed. NBTR = number of trades; NETP = net profit; NBACK = n-back 1 score; IATIA = IAT GNB score the improved algorithm; IATAD = IAT GNB score the adapted d measure.
 * Significant at 10% level. ** Significant at 5% level. *** Significant at 1% level.

First, the regression of the number of trades on the net profit (H1) returned a negative significant relationship supporting H1 ($\beta = -17.7900$; $p = 0.0062$; two-tailed). This result confirms that overconfident traders traded the most and generated a lower net profit. Second, the regression testing the effect of visual working memory performance on confidence (H3) showed also a significant negative relationship supporting H3 ($\beta = -10.5664$; $p < 0.0001$; two-tailed). Participants with lower visual working memory performance traded more during the trading simulations. Third, the regressions testing the effect of implicit risk tolerance on confidence (H4) returned a significant negative relationship for both the GNB improved algorithm ($\beta = -22.7738$; $p = 0.0322$; two-tailed) and adapted D measure ($\beta = -17.0547$; $p = 0.0538$; two-tailed) supporting H4. Since lower IAT scores represents higher implicit risk tolerance, these results indicate that participants with higher implicit risk tolerance traded more during the trading simulations.

Finally, Table 4 shows additional results for the trading simulations.

Table 4: Correlation Coefficients of the Variable for the Trading Simulations ($n = 60$)

	NBTR	NETP	NBACK	IATIA	IATAD
NBTR	1	-0.3492 ***	-0.6230 ***	-0.2769 **	-0.2502 *
NETP		1	0.2946 **	-0.0478	-0.0779
NBACK			1	0.2663 **	0.2838 **
IATIA				1	0.9686 ***
IATAD					1

NBTR = number of trades; NETP = net profit; NBACK = n-back 1 score; IATIA = IAT GNB score the improved algorithm; IATAD = IAT GNB score the adapted d measure. * Significant at 10% level. ** Significant at 5% level. *** Significant at 1% level.

6 Discussion

The aim of our study was to determine the relationship between the overconfidence of traders and their cognitive processes and traits. More precisely, we attempted to determine the relationship between overconfidence and visual attention, visual working memory performance and implicit risk tolerance. To do so, we conducted a correlational study involving trading simulations and investment scenarios. We expect to explain through which cognitive processes overconfidence is related to increased trading volume and reduced performance.

H1 stated that overconfidence reduces traders' performance. We found evidences supporting this hypothesis for both the investment survey and the trading simulations. Only the self-reported measure was not significant which might be explained by social desirability bias (Van de Mortel, 2008). We found that higher trading volume resulted in a lower net profit as indicated by overconfidence in previous studies (Barber & Odean,

2000; Grinblatt & Keloharju, 2009; Glaser & Weber, 2007; Statman, Thorley & Vorkink, 2006). Thus, we can conclude that overconfidence is associated with a reduced performance of traders.

H2 stated that overconfidence reduce the time spent looking at a chart before making an investment decision. We found that the number of fixations and the fixations duration are lower when confidence is high supporting our second hypothesis. These results are also aligned with previous findings on overconfidence and visual attention (Innocenti, Rufa & Semmoloni, 2010). Thus, we can conclude that overconfidence is linked to a decrease in time spent looking at the chart. A possible explanation for this result is that when being overconfident, participants think they see an obvious pattern on the chart which shortens the time they spend on the visual stimuli, precipitates their decision and results in a lower performance.

H3 stated that traders with lower visual working memory performance will be more overconfident. Our results support this hypothesis for both the investment survey and the trading simulations. However, only the self-reported confidence estimate was significant for the investment survey. One possible explanation of the non-significant relationship between the number of contracts traded in the investment survey and the visual working memory performance is that the study was conducted with only 30 participants. These results also support previous studies indicating that working memory limited capacity makes individuals overconfident (Juslin, Winman & Hansson, 2007; Hansson, Juslin & Winman, 2008). Thus, we can conclude that participants with lower visual working memory performance are more overconfident as indicated by the self-reported confidence level in the investment survey and the number of trades in the trading

simulations. Assessing visual working memory performance of traders can indicate which traders are more susceptible to be overconfident.

H4 stated that participants with higher risk tolerance will be more overconfident since they will be more affected by their emotions and impulses. We only found significant results regarding the implicit risk tolerance for the trading simulations supporting our hypothesis. One possible explanation of these non-significant coefficients is the difference in type of tasks. Since the investment survey is a task where participants had the time to think before making a decision, they were more susceptible to rely more on their controlled processes (System 2) compared to their automatic processes (System 1). On the opposite, we see significant results for the trading simulations which is a continuous task where participants needed to react quickly and thus have little time to think before acting. Also, the results are similar for both IAT scores. Implicit risk tolerance seems to correspond to traders' risk tolerance in situations where there is not sufficient time to engage System 2-type processes, like high volatility trading sessions or market bubbles and crashes. Using implicit risk tolerance tasks test like the IAT jointly with typical risk tolerance questionnaire might improve the risk tolerance profiling issues.

7 Conclusion

In conclusion, the results presented in our study bring forward many cognitive processes that may be at play to explain overconfident behavior of traders. Overconfident traders fixated the chart less often and for shorter periods, which affected their performance. Also, traders with lower visual working memory performance and higher implicit risk tolerance seem to be more overconfident.

This study contributes to the existing literature in two different ways. First, this study is, to our knowledge, the first one to examine the relationship between overconfidence, visual attention, visual working memory performance and implicit risk tolerance of traders. This study allows us to a clearer understanding of which cognitive processes are involved in overconfidence which leads to a lower performance. Second, the methodology we developed seems to be useful for testing individuals' behavior in a financial context. This framework can be used in future research to study traders or investors behaviors.

This study has three limitations. First, since we did not manipulate the cognitive processes, we were only able to determine whether visual attention, visual working memory and implicit risk tolerance have the potential to explain why overconfidence results in a lower performance. The second limitation of our study is our sample size. Although we found interesting results, future research can be done to increase the sample size to draw conclusions relevant to the population. Moreover, increasing the sample size will allow us to make more robust analysis especially for the trading simulations. Third, since participants were only novice traders, we cannot draw any conclusion about professional traders. It is possible that these findings only apply to novice traders or that they are less important for experts.

Future research on overconfidence should try to confirm the relationships we highlighted in this study in addition to determine their causality. Moreover, multivariate analysis can be performed to determine the respective weights of visual attention, visual working memory and implicit risk tolerance on overconfidence. Future research on risk tolerance should study whether the combination of the IAT score and risk tolerance

questionnaire can explain the risk behavior of investors. Finally, future research can also be done using our methodology to study other behavioral biases.

However, these results apply solely to the investment survey. We would need to develop a method to measure visual attention for the trading simulations since the current method used for the investment survey is not applicable.

References

- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs?. *Psychological bulletin*, *131*(1), 30.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, *50*(2), 179-211.
- Anderson, L. R., & Mellor, J. M. (2009). Are risk preferences stable? Comparing an experimental measure with a validated survey-based measure. *Journal of Risk and Uncertainty*, *39*(2), 137-160.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, *255*(5044), 556-559.
- Barber, B. M., & Odean, T. (2000). Trading is hazardous to your wealth: The common stock investment performance of individual investors. *The journal of Finance*, *55*(2), 773-806.
- Barber, B. M., & Odean, T. (2001). Boys will be boys: Gender, overconfidence, and common stock investment. *The quarterly journal of economics*, *116*(1), 261-292.
- Barry Issenberg, S., McGAGHIE, W. C., Petrusa, E. R., Lee Gordon, D., & Scalese, R. J. (2005). Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Medical teacher*, *27*(1), 10-28.
- Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral cortex*, *10*(3), 295-307.
- Benos, A. V. (1998). Aggressiveness and survival of overconfident traders. *Journal of Financial Markets*, *1*(3-4), 353-383.

- Carrasco, M., & Yeshurun, Y. (1998). The contribution of covert attention to the set-size and eccentricity effects in visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(2), 673.
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and individual differences*, 19(2), 246-251.
- Chen, Y., & Sun, Y. (2003). Age differences in financial decision-making: Using simple heuristics. *Educational Gerontology*, 29(7), 627-635.
- D'Acunto, F. (2015). Identity, overconfidence, and investment decisions.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19(4), 450-466.
- Daniel, K., Hirshleifer, D., & Subrahmanyam, A. (1998). Investor psychology and security market under-and overreactions. *the Journal of Finance*, 53(6), 1839-1885.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.
- Egloff, B., & Schmukle, S. C. (2002). Predictive validity of an implicit association test for assessing anxiety. *Journal of personality and social psychology*, 83(6), 1441.
- Fazio, R. H., & Olson, M. A. (2003). Implicit measures in social cognition research: Their meaning and use. *Annual review of psychology*, 54(1), 297-327.
- Fehr, R. R., & Hari, J. J. (2014). Assessing the Risk Attitudes of Private Investors Using the Implicit Association Test. *Journal of Financial Service Professionals*, 68(6), 50-62.

- Gattol, V., Sääksjärvi, M., & Carbon, C. C. (2011). Extending the implicit association test (IAT): assessing consumer attitudes based on multi-dimensional implicit associations. *PLoS one*, *6*(1), e15849.
- Gawronski, B., & Creighton, L. A. (2013). Dual-process theories. *The Oxford handbook of social cognition*, 282-312.
- Gervais, S., & Odean, T. (2001). Learning to be overconfident. *the Review of financial studies*, *14*(1), 1-27.
- Glaser, M., & Weber, M. (2007). Overconfidence and trading volume. *The Geneva Risk and Insurance Review*, *32*(1), 1-36.
- Greenwald, A. G., Poehlman, T. A., Uhlmann, E. L., & Banaji, M. R. (2009). Understanding and using the Implicit Association Test: III. Meta-analysis of predictive validity. *Journal of personality and social psychology*, *97*(1), 17.
- Greenwald, A. G., Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2003). Understanding and using the implicit association test: I. An improved scoring algorithm. *Journal of personality and social psychology*, *85*(2), 197.
- Grinblatt, M., & Keloharju, M. (2009). Sensation seeking, overconfidence, and trading activity. *The Journal of Finance*, *64*(2), 549-578.
- Hansson, P., Juslin, P., & Winman, A. (2008). The role of short-term memory capacity and task experience for overconfidence in judgment under uncertainty. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *34*(5), 1027.

Harrison, G. W., & Elisabet Rutström, E. (2008). Risk aversion in the laboratory. In *Risk aversion in experiments* (pp. 41-196). Emerald Group Publishing Limited.

Hilary, G., & Menzly, L. (2006). Does past success lead analysts to become overconfident?. *Management science*, 52(4), 489-500.

Hinson, J. M., Jameson, T. L., & Whitney, P. (2003). Impulsive decision making and working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(2), 298.

Hirshleifer, D., & Luo, G. Y. (2001). On the survival of overconfident traders in a competitive securities market. *Journal of Financial Markets*, 4(1), 73-84.

Innocenti, A., Rufa, A., & Semmoloni, J. (2010). Overconfident behavior in informational cascades: An eye-tracking study. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 3(2), 74.

Juslin, P., Winman, A., & Hansson, P. (2007). The naïve intuitive statistician: A naïve sampling model of intuitive confidence intervals. *Psychological review*, 114(3), 678.

Kane, M. J., Hambrick, D. Z., & Conway, A. R. (2005). Working memory capacity and fluid intelligence are strongly related constructs: comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005).

Kirkpatrick II, C. D., & Dahlquist, J. A. (2010). *Technical analysis: the complete resource for financial market technicians*. FT press.

Krajbich, I., Armel, C., & Rangel, A. (2010). Visual fixations and the computation and comparison of value in simple choice. *Nature neuroscience*, 13(10), 1292.

- Kumar, S., & Goyal, N. (2015). Behavioural biases in investment decision making—a systematic literature review. *Qualitative Research in financial markets*, 7(1), 88-108.
- Larsen, A., & Bundesen, C. (1978). Size scaling in visual pattern recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4(1), 1.
- Lennie, P. (2003). The cost of cortical computation. *Current biology*, 13(6), 493-497.
- Lindgren, K. P., Neighbors, C., Teachman, B. A., Wiers, R. W., Westgate, E., & Greenwald, A. G. (2013). I drink therefore I am: Validating alcohol-related implicit association tests. *Psychology of Addictive Behaviors*, 27(1), 1.
- Maison, D., Greenwald, A. G., & Bruin, R. H. (2004). Predictive validity of the Implicit Association Test in studies of brands, consumer attitudes, and behavior. *Journal of consumer psychology*, 14(4), 405-415.
- McConnell, A. R., & Leibold, J. M. (2001). Relations among the Implicit Association Test, discriminatory behavior, and explicit measures of racial attitudes. *Journal of experimental Social psychology*, 37(5), 435-442.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2), 81.
- Miyake, A., & Shah, P. (Eds.). (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge University Press.
- Morse, W. C. (1998). Risk taking in personal investments. *Journal of Business and Psychology*, 13(2), 281-288.

Nosić, A., & Weber, M. (2010). How riskily do I invest? The role of risk attitudes, risk perceptions, and overconfidence. *Decision Analysis*, 7(3), 282-301.

Odean, T. (1998). Volume, volatility, price, and profit when all traders are above average. *The Journal of Finance*, 53(6), 1887-1934.

Odean, T. (1999). Do investors trade too much?. *American economic review*, 89(5), 1279-1298.

Orquin, J. L., & Loose, S. M. (2013). Attention and choice: A review on eye movements in decision making. *Acta psychologica*, 144(1), 190-206.

Pallier, G., Wilkinson, R., Danthiir, V., Kleitman, S., Knezevic, G., Stankov, L., & Roberts, R. D. (2002). The role of individual differences in the accuracy of confidence judgments. *The Journal of general psychology*, 129(3), 257-299.

Pikulina, E., Renneboog, L., & Tobler, P. N. (2017). Overconfidence and investment: An experimental approach. *Journal of Corporate Finance*, 43, 175-192.

Puetz, A., & Ruenzi, S. (2011). Overconfidence among professional investors: Evidence from mutual fund managers. *Journal of Business Finance & Accounting*, 38(5-6), 684-712.

Sarin, R. K., & Weber, M. (1993). Risk-value models. *European Journal of Operational Research*, 70(2), 135-149.

Shavit, T., Giorgetta, C., Shani, Y., & Ferlazzo, F. (2010). Using an eye tracker to examine behavioral biases in investment tasks: An experimental study. *Journal of Behavioral Finance*, 11(4), 185-194.

- Skala, D. (2008). Overconfidence in psychology and finance-an interdisciplinary literature review.
- Statman, M., Thorley, S., & Vorkink, K. (2006). Investor overconfidence and trading volume. *The Review of Financial Studies*, 19(4), 1531-1565.
- Sternberg, R. J., & Sternberg, K. (2016). *Cognitive psychology*. Nelson Education.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and uncertainty*, 5(4), 297-323.
- Van de Mortel, T. F. (2008). Faking it: social desirability response bias in self-report research. *Australian Journal of Advanced Nursing, The*, 25(4), 40.
- Weber, E. U., Blais, A. R., & Betz, N. E. (2002). A domain-specific risk-attitude scale: Measuring risk perceptions and risk behaviors. *Journal of behavioral decision making*, 15(4), 263-290.
- Wright, R. D., & Ward, L. M. (2008). *Orienting of attention*. Oxford University Press.
- Yeshurun, Y., & Carrasco, M. (1999). Spatial attention improves performance in spatial resolution tasks1. *Vision research*, 39(2), 293-306.
- Zacharakis, A. L., & Shepherd, D. A. (2001). The nature of information and overconfidence on venture capitalists' decision making. *Journal of Business Venturing*, 16(4), 311-332.

IV. Conclusion

L'objectif de ce mémoire était d'approfondir la théorie entourant la surconfiance des agents économiques en étudiant sa relation avec différents processus cognitifs impliqués dans la prise de décision. Plus précisément, ce mémoire a étudié la relation qu'ont l'attention visuelle, la mémoire de travail et la tolérance au risque implicite avec la surconfiance des négociants.

Grâce à une expérience menée en décembre 2017, nous avons été en mesure de répondre aux deux questions de recherche. Étant donné que l'expérience était représentative du contexte de négociation, nous sommes d'avis que les données que nous avons collectées sont fiables. De plus, autant les données oculométriques que les données des tests psychométriques et des tâches de négociation ont permis de répondre aux questions de recherche. Seules les données sociodémographiques n'ont pas eu d'impact significatif sur les résultats.

La conclusion de ce mémoire commence par faire un rappel des deux questions de recherche et des hypothèses. Elle fait ensuite un retour sur les principaux résultats avant de présenter les contributions de cette étude. Pour terminer, les limites de l'étude sont exposées en plus des recommandations de recherches futures.

1 Rappel des questions de recherche

Ce mémoire cherchait à répondre aux deux questions suivantes :

Quel est l'impact de l'attention visuelle et de la mémoire de travail sur la performance des négociants?

**Quelle relation ont l'attention visuelle, la mémoire de travail et la tolérance
au risque implicite avec la surconfiance des négociants?**

Plus précisément, ce mémoire a permis de répondre aux huit hypothèses suivantes :

H1 : La performance des négociants est corrélée positivement avec la capacité de leur mémoire de travail.

H2 : La performance des négociants est corrélée positivement avec leur niveau d'attention visuelle.

H3 : La performance des négociants est réduite lorsqu'ils répondent à un nouveau scénario d'investissement dont ils pensent avoir vu précédemment.

H4 : Le niveau d'attention visuelle des négociants a moins d'impact sur leur performance pour les scénarios d'investissement qu'ils reconnaissent.

H5 : Plus les mesures de surconfiance d'un négociant sont élevées, plus sa performance nette est faible.

H6 : Plus les mesures de surconfiance d'un négociant sont élevées, moins il passe de temps à analyser le graphique du prix d'un titre.

H7 : Plus la capacité de la mémoire de travail d'un négociant est faible, plus les mesures de surconfiance sont élevées.

H8 : Plus la tolérance au risque implicite d'un négociant est élevée, plus les mesures de surconfiance sont élevées.

2 Principaux résultats

Les résultats générés lors des deux phases d'analyse ont permis de répondre aux questions de recherche ainsi qu'aux hypothèses mentionnées ci-haut. Cette section présente les résultats pour chaque hypothèse permettant ainsi d'avoir une compréhension plus complète des réponses aux questions de recherche.

H1 : La performance des négociants est corrélée positivement avec la capacité de leur mémoire de travail; hypothèse supportée.

La régression de la capacité de la mémoire de travail sur la performance dans le questionnaire d'investissement indique qu'il existe une relation directe entre ces deux variables. On peut donc conclure qu'en moyenne, plus la capacité de la mémoire de travail d'un négociant est élevée, plus sa performance sera élevée.

H2 : La performance des négociants est corrélée positivement avec leur niveau d'attention visuelle; hypothèse supportée.

En moyenne, les négociants ayant un plus grand nombre de fixations sur le graphique du prix d'un titre avant de transiger sont ceux qui génèrent une performance supérieure pour le questionnaire d'investissement.

H3 : La performance des négociants est réduite lorsqu'ils répondent à un nouveau scénario d'investissement dont ils pensent avoir vu précédemment; hypothèse supportée.

Les résultats indiquent une relation inverse entre la performance des négociants et l'interaction du biais de la mémoire de travail avec les nouveaux scénarios d'investissement dont ils pensent avoir vu précédemment. Puisque cette interaction

représente les situations où les négociants sont surconfiants, on peut conclure qu'il y a une relation inverse entre la surconfiance des négociants et leur performance pour le questionnaire d'investissement.

H4 : Le niveau d'attention visuelle des négociants a moins d'impact sur leur performance pour les scénarios d'investissement qu'ils reconnaissent; hypothèse supportée.

Les résultats démontrent une relation inverse entre la performance des négociants et l'interaction des variables mesurant l'attention visuelle avec les scénarios dont ils savent qu'ils ont vu précédemment. On peut donc conclure que l'attention visuelle a un impact moins important sur la performance des négociants lorsqu'ils transigent durant des scénarios d'investissement qu'ils ont déjà vu et qu'ils reconnaissent.

H5 : Plus les mesures de surconfiance d'un négociant sont élevées, plus sa performance nette est faible; hypothèse supportée.

Seulement une des deux mesures de surconfiance pour le questionnaire d'investissement supporte cette hypothèse. La mesure de surconfiance pour les simulations de négociation la supporte également. On peut donc conclure qu'en moyenne, plus un négociant est surconfiant plus sa performance nette est réduite.

H6 : Plus les mesures de surconfiance d'un négociant sont élevées, moins il passe de temps à analyser le graphique du prix d'un titre; hypothèse supportée.

Les deux mesures de la surconfiance des négociants pour le questionnaire d'investissement ont une relation inverse avec le nombre de fixations et la durée des

fixations sur le graphique du prix du titre transigé. Cela indique donc qu'en moyenne, plus un négociant est surconfiant, moins il passe de temps à analyser le graphique du prix d'un titre avant de le négocier. Cependant, cette hypothèse n'a pas été évaluée pour les simulations de négociation.

H7 : Plus la capacité de la mémoire de travail d'un négociant est faible, plus les mesures de surconfiance sont élevées; hypothèse supportée.

Seulement une des deux mesures de surconfiance pour le questionnaire d'investissement supporte cette hypothèse. Elle est également supportée par la mesure de surconfiance pour les simulations de négociation. On peut donc conclure qu'en moyenne, plus la mémoire de travail d'un négociant est limitée, plus il est surconfiant.

H8 : Plus la tolérance au risque implicite d'un négociant est élevée, plus les mesures de surconfiance sont élevées; hypothèse supportée.

Aucune mesure de surconfiance pour le questionnaire d'investissement ne supporte l'hypothèse. Cependant, la mesure de surconfiance pour les simulations de négociation démontre une relation directe avec la tolérance au risque implicite des négociants. En effet, les négociants les plus surconfiants durant les simulations de négociation sont ceux qui ont, en moyenne, une tolérance au risque implicite plus élevée. Cette hypothèse est donc supportée par les résultats des simulations de négociation. Les mesures de la tolérance au risque implicite semblent être appropriées pour évaluer la prise de risque ainsi que la surconfiance des négociants lorsqu'ils sont dans des situations où ils ont peu de temps pour réagir.

En résumé, les négociants sont affectés par la surconfiance réduisant ainsi leur performance nette. De plus, les négociants les plus surconfiants ont un plus faible niveau d'attention visuelle. Aussi, les négociants qui sont davantage affectés par la surconfiance sont ceux qui ont une faible capacité de mémoire de travail et une grande tolérance au risque implicite.

3 Contributions de l'étude

Ce mémoire contribue principalement sur le plan théorique, mais également sur le plan pratique. En ce qui a trait à l'aspect théorique, cette étude contribue à la littérature portant sur la finance comportementale et la surconfiance des agents économiques. En effet, elle confirme les conséquences qu'a la surconfiance sur la performance des agents économiques (Odean, 1999). Cette étude approfondit également les connaissances de la surconfiance en étudiant ce biais conjointement avec l'attention visuelle, la mémoire de travail et la tolérance au risque implicite.

Cette étude contribue également à la littérature sur l'attention visuelle. En effet, les résultats en lien avec l'attention visuelle confirment l'importance d'inclure ce processus cognitif dans les modèles théoriques de prise de décision (Orquin & Loose, 2013). De plus, cette étude contribue à la courte littérature sur l'attention visuelle en lien avec la surconfiance (Innocenti, Rufa & Semmoloni, 2010).

Pour continuer, cette étude contribue à la littérature sur la mémoire de travail. Plus précisément, elle confirme que la capacité de la mémoire de travail d'un négociant est un prédicteur de sa performance tout comme l'indiquent les recherches antérieures portant sur d'autres tâches cognitives (Hinson, Jameson & Whitney, 2003; Bechara, Damasio &

Damasio, 2000). De plus, il existe à notre connaissance seulement une autre étude sur la mémoire de travail en lien avec la surconfiance (Hansson, Juslin & Winman, 2008).

Ensuite, cette étude contribue à la littérature sur la tolérance au risque implicite. En effet, il existe à notre connaissance qu'une seule autre étude sur le sujet (Fehr & Hari, 2014). L'utilisation de la mesure de la tolérance au risque implicite développée par cette autre étude a démontré son utilité pour l'évaluation de la tolérance au risque des agents économiques. Cette étude est également la première à utiliser cette mesure en lien avec la surconfiance des agents économiques.

Ce mémoire contribue également à la littérature portant sur les systèmes d'information. En effet, le premier article portant sur la reconnaissance de figures visuelles dans les systèmes d'information illustre l'importance du type de représentation visuelle utilisée dans les systèmes d'information (Vessey, 1991).

La méthodologie de cette étude peut également être considérée comme une contribution théorique. En effet, les résultats de ce mémoire semblent indiquer que ce type de méthodologie est approprié pour étudier le comportement des agents économiques. Cette méthodologie pourrait donc être utilisée pour étudier d'autres biais comportementaux des individus.

Finalement, ce mémoire contribue aussi à l'aspect pratique en permettant aux négociants de comprendre la relation qu'il existe entre la surconfiance et ces processus cognitifs. S'ils sont en mesure de s'apercevoir qu'ils sont surconfiants dans certaines situations, peut-être pourront-ils prendre le temps d'analyser la situation avant de précipiter leurs actions. Ces résultats peuvent donc guider le comportement des négociants en situation de négociation

afin de tenter de réduire l'impact de la surconfiance sur leur performance. Par exemple, puisqu'il existe une relation inverse entre la capacité de la mémoire de travail et la surconfiance, un négociant ayant une mémoire de travail à faible capacité pourrait l'entraîner afin d'augmenter sa capacité réduisant potentiellement sa surconfiance. Cela pourrait même mener à la création de formations sur la surconfiance, les comportements liés à ce biais ainsi que les solutions potentielles pour tenter de diminuer son impact.

4 Limites de l'étude et recommandations de recherches futures

Bien que ce mémoire permette de tirer des conclusions quant aux questions de recherche, il est important d'exposer les limites de cette étude. Premièrement, le nombre de participants a limité le nombre d'observations et donc la puissance des résultats. En effet, nous disposons que 30 différentes observations de la capacité de la mémoire de travail, de la tolérance au risque implicite ainsi que des données sociodémographiques. Avoir un nombre de participants plus élevé aurait comme effet d'augmenter la puissance des résultats en plus de nous permettre d'utiliser des tests statistiques plus robustes. Il est également fort probable qu'en augmentant le nombre de sujets certaines des régressions qui n'étaient pas significatives le deviendraient. Deuxièmement, cette étude a observé le comportement de négociants novices. Il serait donc important de vérifier si les mêmes conclusions s'appliquent quant au comportement des négociants experts. Troisièmement, puisque nous n'avons pas manipulé les processus cognitifs des participants, il est impossible de déterminer les causalités des relations trouvées. Il serait donc intéressant de faire une étude similaire où l'on contrôlerait par exemple l'espace disponible dans la mémoire de travail ainsi que le temps disponible pour analyser un graphique afin de vérifier s'il y a un effet sur la surconfiance de négociants. De plus, il serait intéressant

d'effectuer des analyses multivariées afin d'identifier le poids relatif des processus cognitifs affectant la surconfiance. Pour continuer, des recherches futures pourraient inclure l'analyse des émotions faciales et de l'activité électrodermale afin de vérifier si ces éléments pourraient détecter la présence de surconfiance. Finalement, il serait intéressant d'effectuer une étude similaire lors de vraies séances de négociation afin de vérifier l'exactitude des résultats trouvés.

Pour conclure, nous pouvons donc affirmer que l'attention visuelle des négociants ainsi que la capacité de leur mémoire de travail sont corrélées positivement avec leur performance. On peut également affirmer que l'attention visuelle des négociants ainsi que la capacité de leur mémoire de travail sont corrélées négativement avec leur surconfiance. Finalement, la tolérance au risque implicite des négociants est quant à elle corrélée négativement avec leur surconfiance.

Bibliographie

Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.

Barber, B. M., & Odean, T. (2000). Trading is hazardous to your wealth: The common stock investment performance of individual investors. *The Journal of Finance*, 55(2), 773-806.

Barber, B. M., & Odean, T. (2001). Boys will be boys: Gender, overconfidence, and common stock investment. *The quarterly journal of economics*, 116(1), 261-292.

Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral cortex*, 10(3), 295-307.

Fehr, R. R., & Hari, J. J. (2014). Assessing the Risk Attitudes of Private Investors Using the Implicit Association Test. *Journal of Financial Service Professionals*, 68(6), 50-62.

Grinblatt, M., & Keloharju, M. (2009). Sensation seeking, overconfidence, and trading activity. *The Journal of Finance*, 64(2), 549-578.

Hansson, P., Juslin, P., & Winman, A. (2008). The role of short-term memory capacity and task experience for overconfidence in judgment under uncertainty. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(5), 1027.

Hilary, G., & Menzly, L. (2006). Does past success lead analysts to become overconfident?. *Management science*, 52(4), 489-500.

Hinson, J. M., Jameson, T. L., & Whitney, P. (2003). Impulsive decision making and working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(2), 298.

Innocenti, A., Rufa, A., & Semmoloni, J. (2010). Overconfident behavior in informational cascades: An eye-tracking study. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 3(2), 74.

Morse, W. C. (1998). Risk taking in personal investments. *Journal of Business and Psychology*, 13(2), 281-288.

Odean, T. (1999). Do investors trade too much?. *American economic review*, 89(5), 1279-1298.

Orquin, J. L., & Loose, S. M. (2013). Attention and choice: A review on eye movements in decision making. *Acta psychologica*, 144(1), 190-206.

Pallier, G., Wilkinson, R., Danthiir, V., Kleitman, S., Knezevic, G., Stankov, L., & Roberts, R. D. (2002). The role of individual differences in the accuracy of confidence judgments. *The Journal of general psychology*, 129(3), 257-299.

Puetz, A., & Ruenzi, S. (2011). Overconfidence among professional investors: Evidence from mutual fund managers. *Journal of Business Finance & Accounting*, 38(5-6), 684-712.

Shavit, T., Giorgetta, C., Shani, Y., & Ferlazzo, F. (2010). Using an eye tracker to examine behavioral biases in investment tasks: An experimental study. *Journal of Behavioral Finance*, 11(4), 185-194.

Simon, H. A. (1957). *Models of Man Social and Rational, Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting*. Herbert A. Simon,... J. Wiley and Sons.

Skala, D. (2008). Overconfidence in psychology and finance-an interdisciplinary literature review.

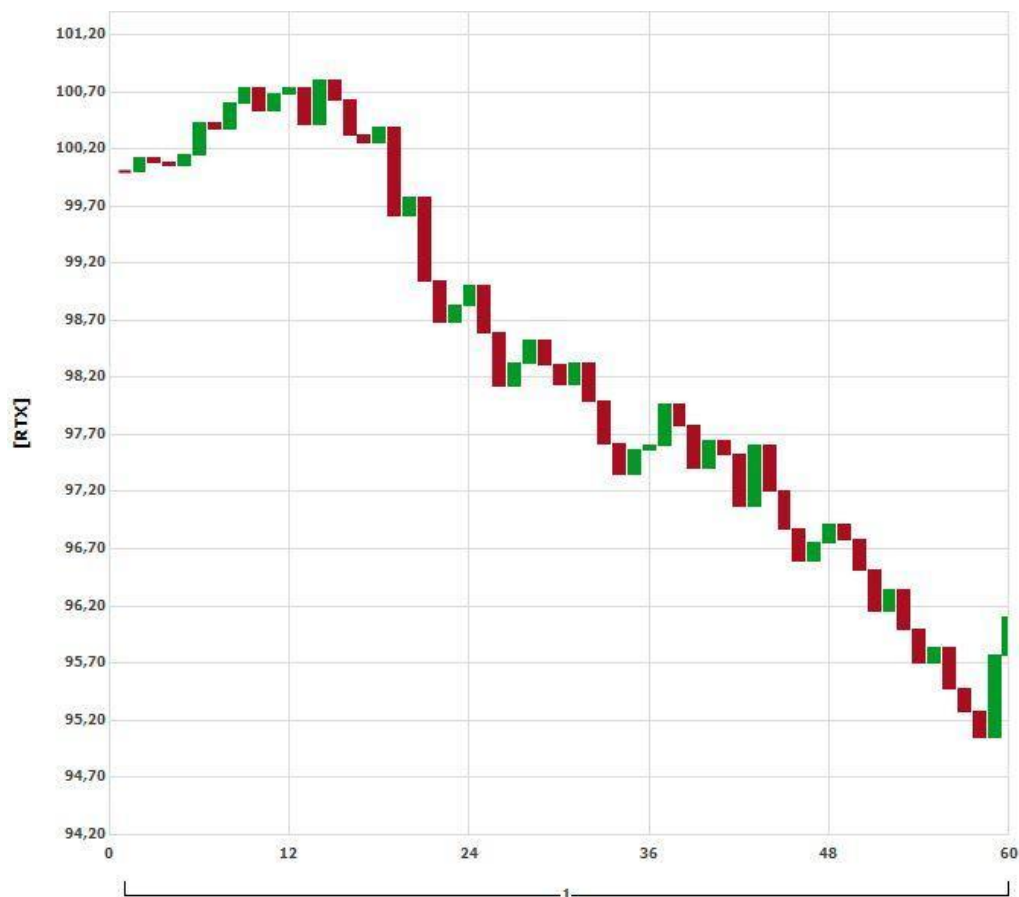
Vessey, I. (1991). Cognitive fit: A theory-based analysis of the graphs versus tables literature. *Decision Sciences*, 22(2), 219-240.

Zacharakis, A. L., & Shepherd, D. A. (2001). The nature of information and overconfidence on venture capitalists' decision making. *Journal of Business Venturing*, 16(4), 311-332.

Annexes

1. Exemple de scénario pour le questionnaire d'investissement

Numéro du participant: _____



En vous basant sur la dernière journée de trading de l'indice RTX représentée par le graphique ci-haut, quelle est votre décision d'investissement sachant que vous détenez déjà des contrats sur cet indice?

- Acheter
- Conserver
- Vendre

Si vous choisissez d'acheter ou de vendre, combien de contrats désirez-vous transiger?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Sur une échelle de 1 à 7, veuillez indiquer votre niveau de confiance quant à votre décision d'investissement. (1 étant pas du tout confiant et 7 étant tout à fait confiant)

	1	2	3	4	5	6	7
Niveau de confiance:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Avez-vous déjà vu cette séquence d'évolution du prix de l'indice RTX durant la simulation de trading?

- Oui
- Non